N° 24 — 31 DÉCEMBRE 1936

# Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : Louis OLIVIER (1890-1910) — DIRECTEUR : J.-P. LANGLOIS (1910-1923)

DIRECTEUR : Louis MANGIN, Membre de l'Institut, Directeur honoraire du Muséum national d'Histoire naturelle

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. le Docteur Gaston DOIN, 8, place de l'Odéon, Paris.


## CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

### § 1. — Sciences naturelles.

#### Les volcans de la Réunion.

La France n'est pas dépourvue de volcans : dans sa partie continentale, elle a ceux d'Auvergne qui sont fort beaux, mais éteints depuis le début des temps quaternaires; dans ses dépendances coloniales, aux Antilles et à la Réunion notamment, elle présente au contraire des volcans actifs dont l'un au moins, celui de la Montagne Pelée, à la Martinique, est devenu tragiquement célèbre; il se réveilla le 8 mai 1902 après un assez long sommeil et, par ses explosions vulcaniennes, produisit les terribles nuées ardentes, qui, dévalant sur la pente du massif, ensevelirent sous des cendres brûlantes et détruisirent totalement la ville de Saint-Pierre. On sait avec quel succès et quel courage, M. Alfred Lacroix, accompagné de sa femme, suivit et éclaira les paroxysmes de la Montagne Pelée; on connaît le superbe ouvrage qu'il publia sur ce volcan à la suite de sa mission; pour l'heure, grâce à lui, on peut dire qu'il ne reste aucun mystère sur les phénomènes dont fut le siège la redoutable montagne.

Il s'en faut que l'on ait eu, jusqu'ici, autant de lumière sur les volcans de La Réunion, encore qu'un de leurs cratères entre en activité presque tous les ans. Mais comme l'observe M. Lacroix, dans un grand ouvrage[1] auquel sera consacré le présent article, ce cratère ne paraît ni bruyant, ni dangereux, de sorte qu'il est « dédaigné et presque ignoré dans la colonie, abandonné pour ainsi dire à ces êtres singuliers que sont les quelques géologues qui, par aventure, se risquent dans un tel chaos ». En réalité, les observations sur les phénomènes volcaniques de l'île sont assez nombreuses, mais éparses, fragmentaires, discontinues et le plus souvent faites par des curieux plutôt que par des géologues ou des minéralogistes. Deux pourtant sont de particulière valeur : l'une effectuée en 1791 par un officier d'artillerie, Alexis Bert, l'autre en 1801 par Bory de Saint-Vincent qui fut un passionné de tous les mystères naturels. M. Lacroix vient heureusement de combler ces lacunes; ayant visité et étudié la plupart des volcans du globe, y compris ceux de la Réunion, d'ailleurs maître des méthodes géologiques et minéralogiques les plus modernes, il a réalisé la synthèse de toutes les observations relatives aux phénomènes volcaniques de l'île.

Son ouvrage débute par la reproduction *in extenso* du manuscrit qu'Alexis Bert avait rédigé après une exploration faite en 1791. Ce manuscrit de 39 pages était resté lettre morte, encore que Bory de Saint-Vincent en eût eu connaissance. Avec un flair dont il a donné des preuves dans ses nombreuses études bibliographiques, M. Lacroix finit par le découvrir à la Bibliothèque de l'Ecole de Médecine navale de Rochefort. L'œuvre dénote un observateur sagace et précis; à sa lecture, on acquiert une idée très exacte de La Réunion, au point de vue qui nous occupe.

L'île est tout entière volcanique, d'ailleurs constituée par deux massifs : l'un, éteint depuis long-

1. Alfred LACROIX : *Le volcan actif de l'île de la Réunion et ses produits*, 1 vol. in-8° de 297 pages avec 68 planches et une carte. (Gauthier-Villars, 1936.)

temps, occupe les trois quarts de la surface insulaire et reçoit son nom du Piton des Neiges qui s'y élève à 3.069 mètres; l'autre, d'une activité plus ou moins récente, est appelé massif de La Fournaise; il s'élève sur la partie orientale de l'île entre les villages de Sainte-Rose au nord et de Saint-Joseph au sud, avec des altitudes variant de 2.600 à 2.300 mètres dans ses points culminants. Les deux massifs se rattachent l'un à l'autre, au nord par la Plaine des Palmistes qui aboutit à la mer dans la région de Saint-Benoît, au sud par la Plaine des Cafres qui atteint le rivage entre Saint-Joseph et Saint-Louis.

*Massif du Piton des neiges.* — D'un abord accessible et d'une végétation luxuriante dans la plupart de ses parties, le massif du Piton des Neiges a été largement parcouru. Autour de sa cime dominante, l'érosion a creusé trois admirables cirques où prennent naissance les principales rivières de l'île : au nord le cirque de Salazie avec la rivière du Mât qui coule vers Saint-André; au nord-ouest, le cirque de Mafatte avec la rivière des Galets qui se dirige du côté de Saint-Paul; au sud, celui de Cilaos avec la rivière Saint-Etienne qui rejoint un bras venant de la plaine des Cafres pour aboutir au rivage entre Saint-Louis et Saint-Pierre. La rivière de Saint-Denis naît à l'orée du cirque de Mafatte et débouche septentrionalement au chef-lieu même de l'île.

On ignore l'époque où furent en activité les volcans du massif; car, ainsi que l'observe M. Lacroix, « lorsque Goubert, en 1640, puis de Prony en 1642, prirent possession, au nom du Roi de France, de l'île qui reçut à ce moment le nom d'île de Bourbon, celle-ci était inhabitée. La période historique ne commence donc pour elle que dans la deuxième partie du XVII<sup>e</sup> siècle ».

M. Lacroix n'étudie que fort succinctement la structure géologique de cette région. Les laves les plus récentes, quoique antérieures à 1640, y sont fréquemment aussi fraîches que celles du massif de La Fournaise, et se composent essentiellement, comme ces dernières, de roches basaltiques (basaltes labradoriques et océanites) sur lesquelles nous reviendrons plus loin. Mais les éruptions plus anciennes, « cachées par ce manteau basaltique » et mises à découvert par les érosions, renferment à côté du basalte, des andésites et des trachytes qui semblent propres au massif.

Au sujet de ce massif, M. Lacroix signale un dépôt de tout autre nature, observé pour la première fois en 1850 dans la plaine des Cafres, sous la forme d'une terre grisâtre où, d'après les recherches de M. Deflandre, dominent de beaucoup les débris épidermiques des Graminées. Il donne le nom de *mascareignite* à ce dépôt qui rappelle les randannites d'Auvergne, mais en diffère par sa pauvreté extrême en Diatomées. On ignore l'origine exacte de cette formation singulière.

*Massif de la Fournaise.* — Arrivons au massif de La Fournaise dont l'histoire occupe la plus grande part dans l'ouvrage de M. Lacroix. Ce massif est constitué par deux cônes, l'un interne où se produisent les éruptions actuelles, l'autre externe et embrassant, où les manifestations éruptives sont indiquées par de simples coulées de laves.

Le *cône interne* a pour point culminant le cratère Bory, 2.625 mètres, qui est inactif aujourd'hui, mais émettait encore des laves en 1766, époque où le visita Hubert, un habitant de La Réunion. A un kilomètre vers l'est, c'est-à-dire plus près de la mer, s'élève un peu moins haut le cratère Dolomieu que Bert vit surgir en 1791, à la suite d'une violente explosion vulcanienne et qui, depuis lors, manifeste fréquemment sa puissance. Ces deux cratères se trouvent au centre d'une plate-forme à faible pente, l'enclos Fouqué, qui était primitivement circulaire, entouré partout d'une haute falaise basaltique appelée *rempart* et, dans cet état, formait la totalité du cône interne. A une époque indéterminée, le rempart fut ébréché presque totalement du côté de la mer sur une longueur de 7 kilomètres, mais, en dehors de la brèche, se continue au Nord comme au Sud, jusqu'à la côte, affectant dès lors dans son ensemble la forme d'une longue anse dont la branche Nord est appelée rempart de Boisblanc, celle du Sud rempart du Tremblet, ces deux branches réunies à l'ouest des cratères par le rempart de Bellecombe. Aux lieux où se produisit la brèche, la pente est très rapide; en dessous elle s'adoucit peu à peu jusqu'à la mer, formant entre les branches extrêmes du rempart la région du Grand Brûlé, qui, par son aridité et son aspect farouche, mérite amplement sa dénomination expressive. Comme l'observe justement M. Lacroix, le cône interne ainsi fait « joue le rôle du Vésuve par rapport à la Somma représentée ici par le Rempart » ébréché et ouvert sur une certaine longueur, comme le fut cette dernière. Bien plus, le cône interne fut à son tour le Vésuve d'un cône plus ancien et plus grand », le *cône externe*, dont les remparts forment également une anse aboutissant de part et d'autre à la mer, toutefois beaucoup plus vaste, embrassante, en général peu distincte, sauf dans sa partie occidentale où, sous le nom de rempart des Sables, elle devient parallèle au rempart de Bellecombe dont elle est plutôt voisine.

Ainsi, au cours du temps, les phénomènes volcaniques de l'île se sont progressivement déplacés de l'Ouest à l'Est en limitant à chaque fois leur amplitude. Ce fut d'abord le massif du Piton des Neiges depuis longtemps éteint, puis celui du cône externe de La Fournaise à peu près sans activité, enfin celui du cône interne. Dans ce dernier aussi le déplacement a été le même; au cratère Bory encore un peu actif en 1766, fait suite du côté oriental le cratère Dolomieu en pleine activité depuis 1791, époque de sa production. Mais dans l'intervalle qui sépare les deux centres, Hubert vit apparaître, en 1766, une nouvelle bouche sur laquelle, en 1791, Bert observa un édifice à pente très rapide, haut de 160 pieds, constitué par des

laves et des scories vitreuses, brunâtres, très légères et très fragiles. Ce Mamelon central fut retrouvé en 1801 par Bory de Saint-Vincent. Il a disparu depuis lors, peut-être au cours de l'éruption vulcanienne de 1860; en tous cas, à la place où il s'élevait, on ne voit plus qu'un effondrement remblayé par des laves, l'enclos Vélain situé entre le cratère Bory et le cratère Dolomieu. Par son existence transitoire, sinon par sa structure, le Mamelon central rappelle la haute aiguille solide que M. Lacroix vit surgir en 1902, au fond du cratère de la Montagne Pelée.

*Emissions de La Fournaise.* — Les émissions de La Fournaise sont presque toujours du *type hawaïen*, c'est-à-dire constituées par des laves à haute température et très fluides dont les gaz s'échappent silencieusement, « presque à la façon d'une évaporation ». Elles sont essentiellement représentées par des basaltes labradoriques, mais souvent aussi par des basaltes riches en olivine (péridot) que M. Lacroix désigne sous le nom d'*océanites* parce qu'ils sont associés aux vrais basaltes « dans quantité d'îles océaniques et particulièrement dans celles de l'Océan Pacifique ». Les andésites et les trachytes, abondants au Piton des Neiges, manquent à peu près totalement au massif de La Fournaise.

Lorsque les laves sont émises dans le cratère, leur couche superficielle solidifiée se rompt parfois en certaines places d'où elles sortent en fontaines jaillissantes, avec projection d'une certaine quantité de magma incandescent qui se consolide à l'état de verre sous la forme de ponces très poreuses, de petites bombes et d'obsidienne en filaments très ténus, irréguliers, fragiles et flexibles, les *cheveux de Pélé*, qui peuvent se rompre et être emportés par le vent. Observés pour la première fois par Commerson, en 1771, au cours d'une exploration dans l'île, ces formations capillaires furent retrouvées bien longtemps après, en grande abondance, au Kilaaua et sont caractéristiques des émissions hawaïennes. Au surplus, tous les phénomènes qu'on a constatés dans les volcans des îles Hawaï, auraient pu, bien antérieurement, être mis en évidence à La Réunion.

Les laves peuvent s'écouler directement du cratère, mais presque toujours, elles surgissent de fentes soit subterminales, soit latérales plus ou moins loin du sommet, soit excentriques et alors à la surface du cône externe. En tout cas, elles coulent vers l'Est suivant la pente, dans la direction de la mer qu'elles atteignent d'ordinaire après une marche de rapidité variable atteignant parfois 409 mètres à l'heure. Une fois au littoral, la coulée se continue sous l'eau où elle reste quelque temps incandescente alors même qu'elle n'est plus lumineuse sur la terre ferme. Et cela ne va pas sans des explosions de vapeurs, ces dernières toutefois moins hautes et moins brutales que celles observées à la Martinique lorsque les nuées ardentes atteignirent l'Océan. Dans le territoire du Grand Brûlé que sillonnent presque parallèlement de multiples coulées de lave, le front maritime de celles-ci est entamé sans cesse par le flot, ce qui produit des falaises par lesquelles, au moment des éruptions « la lave tombe en cascades de feu qui soulèvent des torrents de vapeurs ».

Sur le sol, les coulées, devenues solides, sont à divers degrés anciennes suivant qu'elles furent ou non recouvertes par des émissions nouvelles. Les coulées les plus récentes ont conservé leur fraîcheur et sont dépourvues de toute végétation; plus vieilles, elles se recouvrent d'un Lichen particulier, plus anciennes encore elles portent des sortes de Bruyères appelées *branles*. Vers le rempart du Bois-Blanc, s'élèvent des Fougères ayant un peu l'apparence de nos Osmondes; enfin, sur les bords de la route coloniale qui fait le tour de l'île à proximité du littoral, il faut signaler « le grand développement pris depuis quelque trente ans par des Bégonias cultivés » non loin du rempart du Tremblet. Ils sont splendides et dépassent un mètre de hauteur. Les coulées des fentes excentriques sont naturellement plus anciennes; celles qui persistent de nos jours sont d'ailleurs peu nombreuses; une seule au Nord, près du village de Sainte-Rose, quatre au Sud beaucoup plus longues entre le rempart du Tremblet et les restes méridionaux des remparts du cône externe; elles portent et méritent le nom de *brûlés* comme celles du cône interne.

Les laves des coulées présentent souvent une surface continue, tantôt en grandes ondes, en coulées ou en bourrelets, tantôt chavirées en dalles, dans le premier cas résistantes et sonores, dans le second, fragiles et cédant sous les pas. Mais souvent aussi, trop souvent pour l'explorateur, on les trouve en accumulations chaotiques de blocs et de fragments scoriacés, peu ou pas cohérents et recouvertes d'aspérités. Ces laves en *gratons* rendent la marche extraordinairement difficile et pénible; pour réaliser les 15 kilomètres que comporte l'ascension des 2.600 mètres du massif, M. et Mme Lacroix, en 1911, ne mirent pas moins de cinq jours; dès le premier soir leurs chaussures, pourtant solides, étaient détruites; on dut les remplacer par des sacs à sucre maintenus par des rouleaux de fil de fer qu'il fallait renouveler plusieurs fois par jour.

Une fois sorties par le bas des fentes latérales, les laves se solidifient très vite à la surface sous laquelle s'écoule le magma resté fluide. Quand l'afflux s'arrête, le niveau du fluide baisse en aval, laissant en amont des tunnels ou des cavernes sous la croûte. Ailleurs, le magma s'épanche par les fissures superficielles de cette dernière, donnant en ces points des édifices qui, par leur structure et leur origine, rappellent tout à fait le Mamelon central. Ces édifices en cônelets sont en général de petite taille, mais certains d'entre eux peuvent atteindre 4 mètres de hauteur. Ils présentent des chambres sur les parois desquelles, comme dans les tunnels et cavernes, se sont produits, par chute lente des laves encore visqueuses, des orne-

ments en stalactites et en stalagmites. Près des remparts et dans la zone excentrique, où la végétation s'est établie, les coulées de laves rencontrent parfois des arbres qui sont brûlés à leur base, ensevelis ensuite, puis « transformés en charbon qui, une fois consumé, laisse vide une cavité tubulaire ». Ces sortes de moulages en creux, semblables à de petits tunnels, ne sont pas rares à la Réunion où ils furent signalés et exactement interprétés par Bert et par Bory de Saint-Vincent.

Le magma devient il moins fluide, plutôt pâteux, les gaz qu'il renferme se dégagent par explosion en rejetant des scories incandescentes qui s'accumulent en cônes ou *puys* creusés d'un cratère autour de la bouche d'émission. C'est le mécanisme éruptif du *type strombolien*; il est très rare aux cratères terminaux, fréquent par contre sur les flancs du massif où les explosions se manifestent d'ordinaire sur toute la longueur des fentes latérales. Il a dû se produire bien souvent dans le cône externe surtout dans la région du rempart des Sables où les puys sont nombreux et assez semblables à ceux d'Auvergne.

Bien plus rares à La Réunion sont les phénomènes éruptifs où le magma, très visqueux et presque solide, ne peut émettre ses gaz qu'en explosions brisantes, tumultueuses, qui projettent la matière en blocs, en menus fragments. C'est le dynamisme du type *vulcanien* avec ses hauts panaches, ses volutes et ses pluies de cendres qui, en 79, au Vésuve ensevelirent Pompéi et en 1902, au pied de la Montagne Pelée, sous la forme de nuées ardentes, anéantirent la ville de Saint-Pierre. Peu graves à La Réunion, des phénomènes de cette sorte n'y ont été que rarement décrits : la première fois par Bert, en 1701, alors que se produisit le cratère Dolomieu, la seconde par Hugounin, en 1860, lorsque ce cratère fut remplacé par un affaissement circulaire. A La Réunion, comme au Vésuve, à l'Etna et au Kilaaua, les éruptions vulcaniennes caractérisent la fin des émissions de laves.

On ne peut résumer convenablement, en quelques pages, un ouvrage aussi riche que celui de M. Lacroix; on peut seulement en extraire quelques matériaux propres à intéresser le public de culture ordinaire, et glaner çà et là quelques parcelles dans ses innombrables documents de pure science, surtout dans ses exposés et analyses lithologiques qui lui vaudront à coup sûr une rare faveur parmi les gens de laboratoire. L'esquisse précédente a dû négliger aussi de précieux chapitres : une revue de toutes les éruptions constatées jusqu'ici dans le massif, une autre relative à la lithologie des îles voisines (Maurice et Rodriguez), enfin un appendice historique consacré aux personnages principaux qui, dans le passé, ont fait connaître la structure volcanique de l'île. L'ouvrage est complété par 68 planches photographiques et une carte qui le rendent aussi captivant qu'instructif. Certaines des planches sont la reproduction fidèle de pièces historiques rarissimes ou inédites, croquis ou dessins exécutés sur place par les anciens observateurs du volcan, et ce n'est pas sans une sagace persistance que M. Lacroix a pu se les procurer. Ainsi, l'éminent minéralogiste ajoute-t-il une nouvelle et très importante contribution à son œuvre vulcanologique.

L. B.

## § 2. — Sciences physiques.

### Thixotropie.

Le fait que Freundlich a désigné sous le nom de thixotropie consiste dans la gélification d'un sol sans changement de la température et de manière que par agitation il y a liquéfaction et au repos regélification du système. « Les causes probables » de la thixotropie sont recherchées par l'auteur, dans la possibilité d'orientation des micelles en un réseau lâche, entre les mailles duquel est contenu le liquide et les composés plus finement dispersés. Les cas principaux et caractéristiques de la thixotropie sont déterminés en mesurant le temps nécessaire à la gélification; l'agitation nécessaire à la liquéfaction peut être opérée soit mécaniquement, soit par l'ultrason. Dans le cas d'hydrate ferrique + ClNa le gel est plus trouble et moins coloré que le sol. Les éléments métalliques favorisent et certains composés organiques empêchent la gélification. Parmi les exemples les plus remarquables de systèmes thixotropiques citons, en plus de l'hydroxyde ferrique et de l'acide vanadique, la benzopurpurine, la dibenzoyl-cystine, le malonate de Ba et la pâte qu'on obtient en mouillant et en malaxant le minerai volcanique à base d'aluminosilicate appelé montmorillonite. L'étude de la thixotropie intéresse la géologie dans la formation de sédiments et de sables mouvants; en biologie déjà Pfeffer l'avait observée dans les liquides extraits des végétaux, et il importe de prendre en considération une telle modification pour expliquer les modifications du protoplasme; enfin, dans l'industrie des matières plastiques et du modelage les conditions favorables à la thixotropie peuvent recevoir des applications très utiles.

Nous avons dans cette chronique résumé brièvement un opuscule de H. Freundlich paru en langue anglaise dans la collection des Act. Scient. et Ind. chez Hermann et Cie, éditeurs, 267, Paris 1935.

M. Catoire.

# NIVEAUX ÉNERGÉTIQUES DES NOYAUX RADIOACTIFS ET ORIGINE DES RAYONS $\gamma$

Nous avons exposé, dans un mémoire précédent[1] le mécanisme quantique de l'émission des rayons $\alpha$ par les éléments radioactifs. Dans le présent article nous nous proposons d'étudier de plus près la structure dite fine des rayons $\alpha$, découverte par S. Rosenblum et ses relations avec les rayons $\beta$ et $\gamma$ émis par les radio-éléments.

**Constitution du noyau.** — La théorie moderne du noyau atomique date de la découverte du neutron (Chadwick et Joliot-Curie, 1932). Le neutron est un corpuscule dont la masse est à peu près égale à celle du proton (noyau d'hydrogène), et dont la charge électrique est nulle. Il possède en outre un spin (moment de rotation propre) $= \frac{1}{2}\frac{h}{2\pi}$ ($h$ constante de Planck) ainsi qu'un moment magnétique propre. Il obéit à la statistique de Fermi-Pauli. Rappelons en effet que d'après la théorie des quanta un gaz composé de particules identiques n'obéit pas, aux basses températures, aux lois classiques des gaz parfaits, même en l'absence d'interaction entre les particules. On dit qu'il est dégénéré. Or il existe deux types différents pour cette dégénérescence, l'un obéissant à la statistique de Fermi-Pauli, l'autre à celle de Bose-Einstein. Ainsi un gaz de photons[2] (quanta de lumière d'Einstein) obéit par exemple à la statistique de Bose-Einstein; le gaz composé d'électrons libres suit par contre la statistique de Fermi-Pauli. Cette dernière affirmation revient à dire que les électrons obéissent au principe d'exclusion bien connu de Pauli qui veut que pour un tel gaz (exemple : enveloppe électromique d'un atome) chacun des états stationnaires (caractérisés par quatre nombres quantiques $n$, $l$, $j$, $m$ dans notre exemple) ne soit occupé que par un seul électron au plus.

Le spectre de la molécule $H_2$ ainsi que les propriétés thermodynamiques de l'ortho- et parahydrogène montrent que les protons sont soumis, eux aussi, à la statistique de Fermi-Pauli tandis que d'après les indications des spectres de ${}^{4}_{2}He$(3) et de $N_2$, les particules $\alpha$ et le noyau d'azote ${}^{14}_{7}N$ obéissent à celle de Bose-Einstein.

L'ancienne théorie du noyau admettait que celui-ci se composait de protons et d'électrons. Le nombre de protons devait être supposé égal au poids atomique A parce que les protons seuls contribuent au poids, tandis que A-Z électrons (Z charge nucléaire) étaient censés neutraliser la charge de A-Z protons en laissant subsister une charge résultante $Ze$. Le nombre total de particules nucléaires était ainsi $2A - Z$ et se montrait pair ou impair suivant que le nombre atomique Z était pair ou impair. En conséquence tous les éléments avec Z impair, tels que, ${}^{2}H$ et ${}^{14}_{7}N$ par exemple, auraient dû obéir à la statistique de Fermi-Pauli indépendamment de leur poids atomique. Or l'expérience indique qu'en règle générale les noyaux à poids atomiques pairs suivent la statistique de Bose-Einstein, ceux dont le poids atomique est un nombre impair, sont soumis à la statistique de Fermi-Pauli et ce indépendamment de la charge nucléaire. L'hypothèse de l'existence d'électrons nucléaires était donc en contradiction flagrante avec l'expérience.

Il y a d'ailleurs encore d'autres raisons impérieuses qui militent contre cette hypothèse; contentons-nous de citer celles qui concernent le spin nucléaire, le moment magnétique nucléaire et aussi celle relative à l'impossibilité d'une barrière de potentiel suffisante pour maintenir l'électron dans le noyau. Conséquence importante : le corpuscule $\beta$ ne préexiste pas dans le noyau émetteur avant son émission, il est créé au moment même où il est émis. Nous y reviendrons par la suite.

Depuis la découverte du neutron, ces difficultés

1. T. Kahan : Mécanique ondulatoire et radio-activité alpha. *Revue générale des Sciences*, t. XLVII, n° 10 (31-V-1936).
2. Rayonnement du corps noir dans une enceinte fermée.
3. Afin d'unifier les notations, on a choisi pour désigner les noyaux des éléments, les conventions suivantes : nombre de masse, c'est-à-dire nombre entier le plus voisin de la masse nucléaire en haut et à gauche, nombre atomique ou charge nucléaire en unités élémentaires, en bas et à gauche du symbole chimique.

variées furent toutes levées. On admet aujourd'hui que le noyau se compose de protons et de neutrons (Iwanenko, Heisenberg). Suivant cette conception les particules alpha sont constituées par deux protons intimement liés à deux neutrons et peuvent être considérées dans une certaine mesure comme des constituants nucléaires élémentaires.

**Rayons α et structure fine.** — Nous avons déjà eu l'occasion [4] de décrire quelques-unes des propriétés caractéristiques de la radioactivité α mais pour la claire intelligence de ce qui va suivre il convient de rappeler que la particule α à l'extérieur du noyau qui lui a donné naissance, révèle sa présence en ionisant fortement le milieu matériel qu'elle traverse. Ainsi, les rayons α émis par le RaC avec une énergie cinétique de 7,8.10 électron-volt [5], produisent environ $2{,}2.10^5$ paires d'ions dans l'air à pression et température normales. Leur parcours dans le milieu considéré, c'est-à-dire le trajet qu'ils décrivent avant que leur vitesse se réduise à celle de l'agitation thermique, varie bien entendu, avec leur énergie cinétique initiale. Dans l'air, dans les conditions normales, le parcours $p$ des rayons α en fonction de la vitesse initiale $v$ est donné en une assez bonne approximation par la règle empirique de Geiger :

$$p = k\,v^3$$

$k$ étant un coefficient tel que $p \geq 2$. D'autres formules de ce type ont été établies pour d'autres valeurs de $p$.

A titre d'exemple, nous reproduisons, sur la figure 1, une courbe d'ionisation relevée par I. Curie, relative à un parcours de 7 cm. des rayons α du RaC'. Elle représente la variation de l'ionisation, relevée, par exemple, à l'aide d'une chambre d'ionisation, produite par un faisceau homogène de rayons α, en fonction de la distance de la source radioactive au point où se mesure l'ionisation.

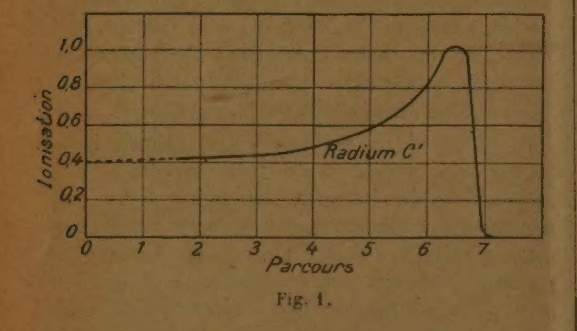


Fig. 1.

L'axe des abscisses représente ces distances en cm., et l'axe des ordonnées, l'ionisation sous forme de paires d'ions produites par unité de parcours. On remarquera que l'ionisation, presque constante de 1,6 cm. à 3,4 cm. environ, croît de 3,4 à 5 cm., atteint son maximum à 6,7 cm. et tombe enfin brusquement à zéro, indiquant la fin du parcours de la particule α.

Le faible pouvoir de résolution des instruments de recherche utilisés au début de l'étude du rayonnement α avait fait penser que chaque radioélément émettait un seul groupe caractéristique de particules α, ayant toutes la même vitesse et approximativement le même parcours dans l'air. Mais il y a trente ans environ, l'idée d'un rayonnement α complexe commença à se frayer un chemin dans l'esprit de plusieurs chercheurs tels que : Brianquis, Meyer et Paneth; toutefois des preuves expérimentales décisives faisaient encore défaut.

Certes, les rayons α de « long parcours » (voir plus loin) du Th C + C', découverts voilà une vingtaine d'années par Rutherford et Wood auraient pu fournir des indications plus substantielles sur la complexité des rayonnements α si l'importance de ce rayonnement n'avait pas été négligée à cause de son intensité minime. Ils furent en effet considérés comme un cas anormal et non comme un indice important d'une structure complexe. Celle-ci ne fut découverte qu'en 1929 à la suite des belles recherches de S. Rosenblum, de l'Institut du Radium de Paris, effectuées avec la méthode extrêmement sensible de la focalisation magnétique.

Avant la découverte de Rosenblum, l'étude du rayonnement α, faite avec la méthode directe de déviation magnétique, avait donc assigné à chaque substance radioactive produisant des particules α, une raie caractéristique en apparence unique, en accord, du reste, avec la conclusion à laquelle on est parvenu par la méthode de la chambre à détente de Wilson. La méthode de la chambre à détente consistait à mesurer le parcours des rayons α en photographiant leur trajectoire dans cette chambre. La relation empirique de Geiger permettait ensuite de calculer leur vitesse et partant leur énergie cinétique. La méthode de focalisation, mise au point par Danisz au cours de ces recherches sur le spectre magnétique des rayons β, a été reprise, avec de légères modifications, par Rosenblum, pour mesurer la vitesse des rayons α du ThC d'abord, et des autres corps radioactifs ensuite.

On sait que si un faisceau de rayons α ou β homogène subit, dans le vide, l'action d'un champ magnétique uniforme, d'intensité H, perpendicu-

4. T. Kahan : *loc. cit.*
5. 1 électron-volt = 1 e. V = $1{,}591 \times 10^{-12}$ erg.

laire à la direction initiale du faisceau (voir fig. 2), celui-ci décrit un cercle dont le rayon $r$ est lié au champ et à la charge spécifique $\frac{e}{m_0}$ et à la vitesse $v$ des particules par la relation classique

$$r = \frac{1}{H}\frac{v}{\frac{e}{m_0}} = \frac{1}{H}\frac{m_0}{e}v$$

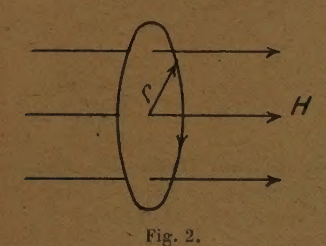



Fig. 2.

Il va sans dire que pour des particules de grande vitesse, il convient de substituer à la masse au repos $m_0$, la masse $m$

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

($c$ vitesse de propagation de la lumière).

La relation précédente permet de calculer $v$ quand on connaît $r$, H et $\frac{e}{m}$. L'intensité du champ se mesure directement, $\frac{e}{m}$ est connu une fois pour toutes et $r$ peut être déterminé, soit par la méthode dite directe soit par la méthode dite de focalisation.

La figure 3 représente le schéma de principe. Le plan de la figure est perpendiculaire au champ

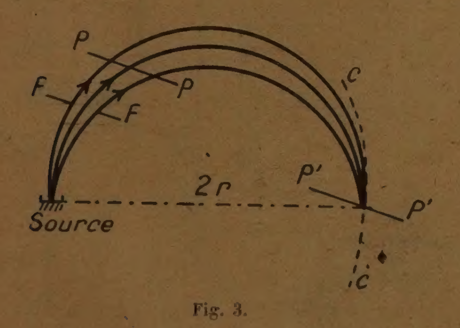



Fig. 3.

magnétique uniforme. Les rayons monocinétiques partant de la source S décrivent des circonférences d'égal diamètre $2r$ qui ont pour enveloppe le cercle CC dont le centre est en S et dont le rayon est égal à $2r$. Un pinceau de ces cercles est limité par les bords FF de la pente. Dans le cas de plusieurs faisceaux de vitesses différentes il y aura autant d'images distinctes que de faisceaux et les distances entre les images permettront de calculer les vitesses relatives.

1° *Méthode directe.* — Ici, la plaque sensible interceptant les rayons $\alpha$ est en PP. Les distances entre les diverses images restent relativement petites. La largeur de celles-ci croît très rapidement quand on cherche à augmenter la dispersion et une meilleure dispersion n'est acquise qu'au détriment de la netteté des images. En revanche cette méthode peut se contenter de champs magnétiques relativement peu étendus.

Le rayon $r$ se calcule par la formule approchée (fig. 4)

$$r = \frac{a\,(a + b)}{2\,d}$$

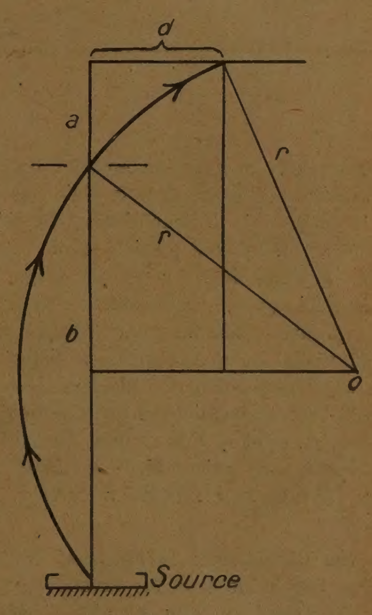



Fig. 4.

2° *Méthode de focalisation.* — La plaque photographique se trouve en P'P' (fig. 3) de telle façon que les rayons la rencontrent à proximité de leur point de contact avec l'enveloppe, c'est-à-dire après un parcours voisin d'une demi-circonférence. Dans ce cas il est nécessaire de disposer de champs magnétiques très étendus mais on obtient les images dans une région où la dispersion est maximum et le rayonnement très concentré. C'est à l'existence d'un foyer au point même où la dispersion est maximum qu'est due la supériorité de la méthode de focalisation sur la méthode directe. La construction géométrique de la figure 5 permet de calculer le rayon par la formule

$$r = \frac{1}{2}\sqrt{b^2 + d^2}$$

Le dispositif expérimental de Rosenblum se composait essentiellement d'une chambre où on pouvait faire un vide très poussé et où étaient placées, dans des positions bien définies, la source radioactive, la fente réglable et la plaque photographique. Le champ magnétique était de l'ordre de

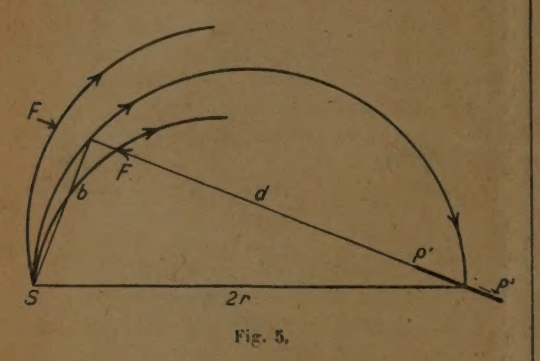



Fig. 5.

36.000 œrsteds et pour un entrefer de 1 cm., il était maintenu constant dans la région utilisée pendant toute la durée des expériences. De cette façon, en utilisant des pièces polaires de 25 cm. de diamètre, M. Rosenblum a pu démontrer pour la première fois que le rayonnement $\alpha$ du ThC considéré auparavant comme monocinétique se composait en réalité de quatre groupes distincts $\alpha_1$, $\alpha_0$, $\alpha_2$ et $\alpha_3$, dans l'ordre des vitesses décroissantes, auxquels correspondaient respectivement les vitesses $v_1$, $v_0$, $v_2$ et $v_3$. Ces groupes formant un véritable spectre de raies, M. Rosenblum a donné le nom de structure fine des rayons $\alpha$ à ce phénomène.

En vue d'augmenter la précision et de rendre possible l'étude de tous les rayons $\alpha$, M. Rosenblum s'est servi des plus grandes pièces polaires du grand électroaimant de l'Académie des Sciences, installé à l'Office National des Rercherches et Inventions, à Bellevue, ayant un diamètre de 75 cm. Les champs magnétiques ainsi obtenus sont moins considérables que dans le cas de pièces polaires de 25 cm. utilisées pour le premier appareil. Cette fois il a obtenu un champ rigoureusement constant (de 24.000 œrsteds environ) sur une étendue de 35 cm. environ, avec un entrefer de 5 à 6 cm. Ces conditions expérimentales perfectionnées lui ont permis d'obtenir des spectres magnétiques dont les raies étaient très fines et nettes. Il a confirmé les résultats précédemment obtenus et a découvert un cinquième groupe $\alpha_4$, puis un sixième groupe $\alpha_5$ (ThC). Dans le tableau I nous avons consigné les énergies des cinq groupes de rayons $\alpha$ du ThC.

TABLEAU I.

| Groupe de rayons $\alpha$ | $\alpha_1$ | $\alpha_0$ | $\alpha_2$ | $\alpha_4$ | $\alpha_3$ | $\alpha_5$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Energie ($eV \times 10^{-6}$) | 6,189 | 6,148 | 5,857 | 5,712 | 5,691 | 5,563 |

L'énergie de ces groupes a été calculée au moyen de la relation d'Einstein.

Energie cinétique = énergie totale moins énergie au repos

$$E = m c^2 - m_0 c^2 = m_0 c^2 \left[ \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1 \right]$$

**Méthode différentielle (à double chambre d'ionisation).** — Après la découverte fondamentale de Rosenblum, Rutherford, Ward et Wynn-Williams ont mis au point au célèbre laboratoire Cavendish de Cambridge, une nouvelle méthode dite différentielle, extrêmement sensible et de conception très ingénieuse qui comporte l'utilisation d'une double chambre d'ionisation. Cette méthode représente un sensible progrès sur la méthode comportant une seule chambre d'ionisation se composant essentiellement d'un récipient cylindrique rempli d'un gaz et présentant deux électrodes isolées entre lesquelles est établie une différence de potentiel convenable; sur une des bases de ce récipient est pratiquée une fenêtre, fermée par une feuille mince d'aluminium à travers laquelle entre le rayonnement à étudier; les ions produits par le rayonnement sont recueillis par un électro-

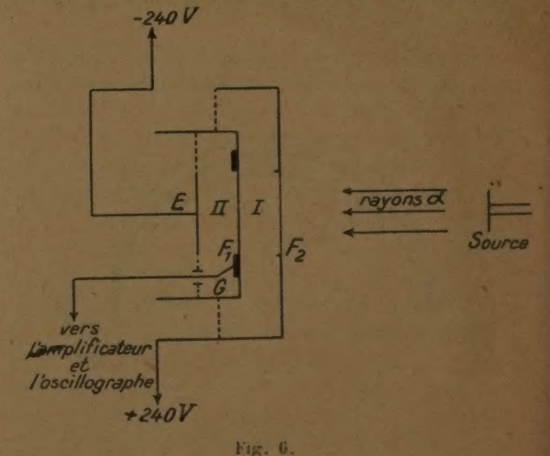



Fig. 6.

mètre relié à l'une des électrodes. La méthode différentielle a été imaginée par l'Ecole de Rutherford en vue de remédier à quelques inconvénients que présente l'utilisation de la chambre simple, en particulier dans le cas où il s'agit de déceler la présence de groupe de rayons $\alpha$ d'intensité relativement très faible. La figure 6 reproduit sché-

matiquement la double chambre d'ionisation. Les chambres d'ionisation 1 et 2, très peu profondes et adjacentes sont fermées sur leur partie antérieure respectivement par deux feuilles d'or $F_2$ et $F_1$ dont le pouvoir absorbant pour les rayons α est équivalent à une couche d'air de 4/10 de mm. D est un disque de laiton qui ferme la partie postérieure de la chambre 2 et G est un anneau de garde. On applique à $F_2$ une tension de + 240 V et à D une tension de — 240 V.

Ceci posé, supposons que la source de rayons α S soit à une telle distance de la première chambre qu'une particule α traverse successivement les deux chambres. En admettant que le pouvoir ionisant de la particule α soit sensiblement le même dans les deux chambres, des ions positifs et négatifs arriveront sur $F_1$ en nombre égal de sorte que le potentiel de $F_1$ ne variera pas. Si maintenant nous écartons S de sa position initiale de telle façon qu'une particule α termine son parcours dans la chambre 1 et sur la paroi $F_1$, alors $F_1$ recueillera seulement des ions positifs et se chargera par conséquent positivement. Si, enfin, la particule α termine son parcours dans la chambre 2, $F_1$ recueillera en majeure partie des ions négatifs et se chargera ainsi négativement. On voit donc qu'en faisant varier la distance de la source S à la chambre on parvient à déceler et à enregistrer des groupes de particules α dont les parcours diffèrent très peu les uns des autres.

La feuille $F_1$ est connectée électriquement à la grille d'une lampe à plusieurs électrodes qui fait

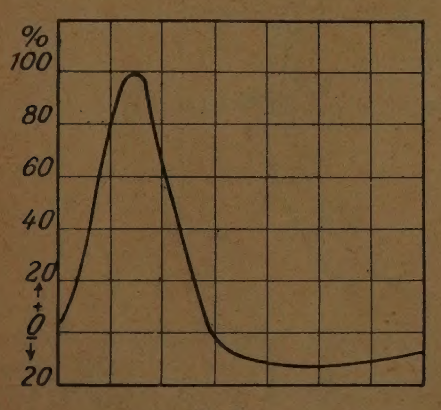



Fig. 7.

partie d'un système amplificateur à résistances-capacités, donnant une amplification linéaire. Cet amplificateur permet d'enregistrer, sur l'oscillographe relié au dernier étage de celui-ci, deux impulsions successives distantes de 1/1.000 de seconde.

A titre d'indication nous avons représenté sur la figure 7 la charge en fonction des parcours résiduels. On a porté en abscisses la fin du parcours, en millimètres, de la particule α, comptée à partir de $F_2$, et en ordonnées, la charge recueillie par $F_1$. Un coup d'œil rapide jeté sur ce graphique montre que les charges positives, avec un maximum à 3 mm., s'étendent de 0 à 6 mm., et les charges négatives, de 6 à plus de 14 mm. Si nous désignons la valeur maximum de la charge positive par le chiffre 100, les charges positives supérieures à 70 % correspondent, sur cette échelle, à des rayons α dont le parcours final est compris entre 2 et 4 mm.

Grâce à cette méthode nouvelle, les chercheurs du Cavendish Laboratory ont démontré entre autres la complexité du rayonnement α de l'actinium C, du radium C et du thorium C.

Nous reproduisons, à titre d'exemple, la courbe d'ionisation de l'AcC, obtenue par cette méthode (fig. 8). On voit aisément que le rayonnement α

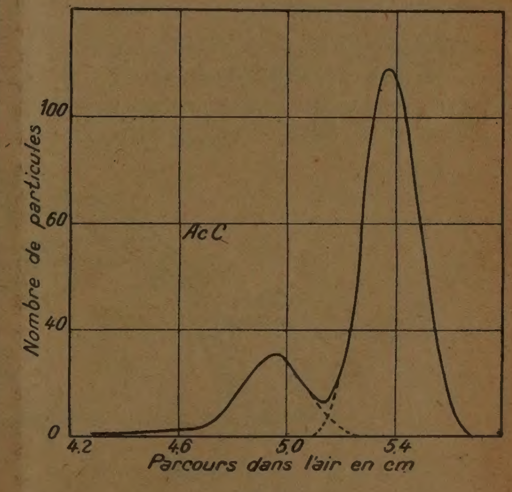



Fig. 8.

de l'AcC forme deux groupes à parcours bien distincts. On a d'abord trouvé, entre ces deux groupes, une différence d'énergie de 350 KeV (correction faite pour le recul du noyau), puis par des mesures plus récentes, 361 KeV. La moyenne de ces valeurs est 356 KeV. Par la méthode du spectre magnétique, M. Curie et Rosenblum trouvent d'abord 352 KeV (non corrigés), puis Rosenblum et Dupouy lui assignent, grâce à des mesures plus précises, la valeur de 352 KeV (compte tenu de l'effet de recul du noyau). Comme il existe, nous le verrons par la suite, une relation étroite entre les rayons γ et la structure fine du rayonnement α, notons dès maintenant que L. Meit-

ner et Szo signalent l'existence d'un rayonnement γ dont l'énergie est 352 KeV.

Les chercheurs de Cambridge ont également étudié le rayonnement α du Th C (fig. 9). La courbe A

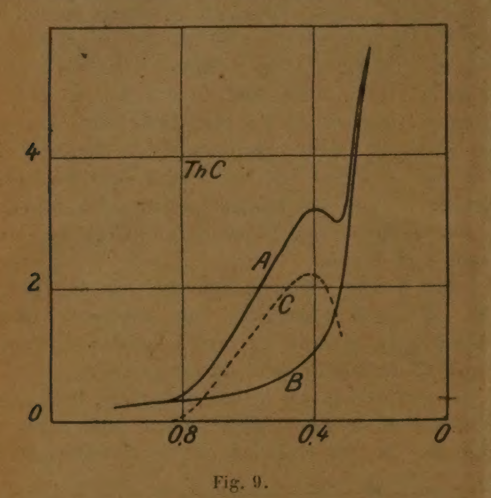



Fig. 9.

ne met pas en évidence les cinq groupes $\alpha_1$, $\alpha_0$, $\alpha_2$, $\alpha_3$, $\alpha_4$ découverts par Rosenblum par la méthode de focalisation magnétique, le pouvoir de résolution de la méthode de Cambridge ne suffisant point à séparer un rayonnement α très complexe. D'après ces auteurs, la courbe A représente la superposition des deux courbes B et C où C à son tour représente les deux groupes $\alpha_2$ et $\alpha_3$ de Rosenblum.

La méthode différentielle s'est montrée particulièrement propice à l'étude des rayons α de « long parcours » du RaC', du Th C' et de l'Ac C' (voir plus loin). On a substitué à cet effet à l'oscillographe un système à thyratron, pour le comptage automatique des particules recueillies.

Les avantages de la méthode de focalisation sont toutefois si importants qu'un électroaimant spécial a été construit pour son utilisation par J. D. Cockroft au Cavendish Laboratory. On a fait le vide dans tout l'entrefer jusqu'à une pression de moins d'un millième de millimètre de mercure. La source radioactive et la chambre d'ionisation sont placées aux deux extrémités opposées d'un même diamètre et les particules α de différentes vitesses sont dirigées vers la fente détectrice par variation du champ magnétique (voir fig. 10). Celui-ci est très uniforme, et ne varie que de 4/10,000 le long de toute la demi-circonférence employée, ce qui fait que la concentration d'un groupe de particules α est particulièrement nette. La chambre d'ionisation est reliée à l'amplificateur et le comptage des particules se fait à l'aide d'un système de thyratron. La figure 11 représente la coupe de l'électroaimant de la figure 10. La vitesse des divers groupes de rayons α se détermine avec une erreur non supérieure à 1/5.000. L'Ecole de Cambridge a ainsi retrouvé, entre autres, les cinq groupes du Th C de Rosenblum. Les valeurs des différences d'énergie entre les divers groupes sont en parfait accord avec les valeurs des énergies des rayons γ établies par Ellis.

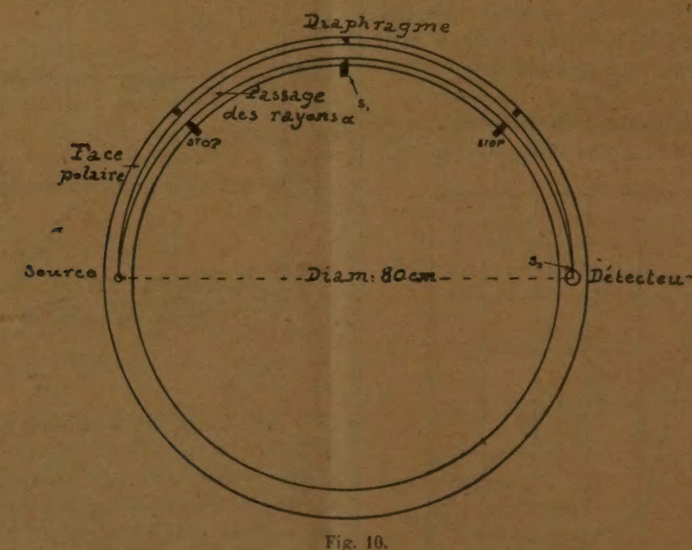



Fig. 10.

## Structure fine des rayons α et rayons γ (théorie de Gamow).

La Mécanique quantique appliquée aux noyaux atomiques, a permis d'obtenir le résultat capital

suivant : Si un noyau contient N particules α avec l'énergie E(N) et si l'énergie E(N) est supérieure à l'énergie E(N — 1) d'un noyau analogue conte-

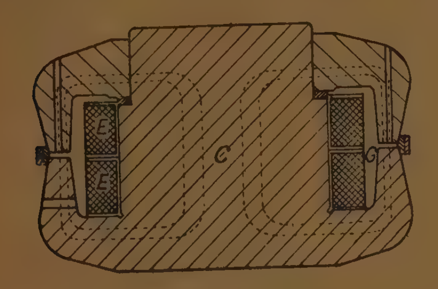



Fig. 11. — Coupe de l'électro-aimant de la fig. 10 (Cockroft). E, bobines enroulées autour du noyau central C ; G, entrefer annulaire de 40cm de rayon, 5cm de large et 1cm de distance des pièces polaires. Le circuit magnétique est indiqué en pointillé.

nant N — 1 particules α, le premier noyau ne peut rester stable et finira par émettre une particule α d'énergie

$$E(N) - E(N-1) = E_\alpha$$

Ceci noté, rappelons que la plupart des radioéléments émetteurs de rayons β et aussi quelques

rayonnement γ, passer sur un niveau excité plus profond ou revenir à son état fondamental. Le rayonnement γ apparemment émis par un radioélément donné (Th B par exemple) doit en réalité être attribué au noyau résultant (Th C). Il convient de noter que le photon γ est émis déjà au bout de $10^{-13}$ sec. environ après la naissance du nouveau noyau.

Soit donc $E_0(N)$ l'énergie d'un noyau contenant N particules α (par exemple Th C) dans l'état énergétique normal et soient

$$E_0(N-1),\ E_1(N-1),\ E_2(N-1), \ldots\ldots$$

les niveaux énergétiques [6] du noyau produit par l'émission d'une particule α (Th C'' dans notre exemple). Il s'ensuit que l'énergie des groupes des particules α émises par la substance mère pourra prendre les valeurs suivantes :

$$\Delta E_0 = E_0(N) - E_0(N-1), \quad \Delta E_1 = E_0(N) - E_1(N-1)$$

$\Delta E_0$ étant l'énergie de la particule α normale.

Les fréquences des rayons γ seront d'autre part données par des formules du type suivant :

$$h\nu = -(\Delta E_1 - \Delta E_0) = E_1(N-1) - E_0(N-1), \ldots\ldots$$

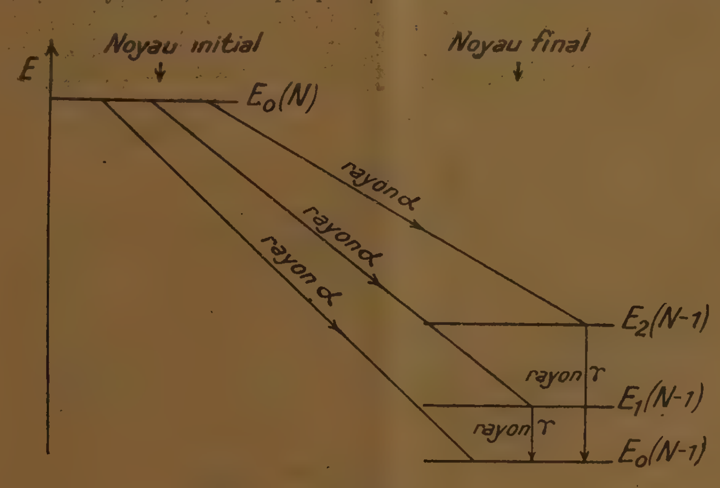



Fig. 12.

émetteurs de rayons α, donnent naissance à des rayons γ nucléaires. De même que dans le cas des niveaux électroniques de l'atome, l'émission d'un photon ne peut avoir lieu qu'à partir de niveaux excités conformément à la relation de Bohr

$$E_{\text{excité}} - E_{\substack{\text{normal} \\ \text{ou excité}}} = h\nu$$

de même il faut admettre dans le domaine nucléaire que les noyaux, après émission α ou β, restent en général dans des états excités. Le noyau peut alors, en émettant un quantum de

qui expriment que les rayons γ émis sont dus à des transitions énergétiques du noyau produit (fig. 12). On remarquera que l'existence d'un tel groupe de rayons α « normaux » donne des renseignements précieux sur les niveaux énergétiques du noyau produit. Dans le cas du Th C (cf. tableau I) il est possible de comparer les énergies des six groupes de rayons α aux énergies correspondantes des rayons γ (tableau II).

6. $E_0$ (N-1) est le niveau fondamental.

TABLEAU II.

Relation entre la structure fine du Th C et les raies du rayonnement γ du Th C''.

| Transition | Différence d'énergie (en $e$ V × $10^{-5}$) | Energie des photons γ (en $e$ V × $10^{-5}$) |
|---|---|---|
| $\alpha_5 - \alpha_3$ | 1,28 | — |
| $\alpha_5 - \alpha_4$ | 1,49 | — |
| $\alpha_5 - \alpha_2$ | 2,94 | 2,98 |
| $\alpha_5 - \alpha_0$ | 5,85 | — |
| $\alpha_5 - \alpha_1$ | 6,26 | 6,17 |
| $\alpha_3 - \alpha_4$ | 0,21 | — |
| $\alpha_3 - \alpha_2$ | 1,66 | — |
| $\alpha_3 - \alpha_0$ | 4,57 | 4,51 |
| $\alpha_3 - \alpha_1$ | 4,98 | — |
| $\alpha_4 - \alpha_2$ | 1,45 | — |
| $\alpha_4 - \alpha_0$ | 4,36 | 4,32 |
| $\alpha_4 - \alpha_1$ | 4,76 | 4,71 |
| $\alpha_2 - \alpha_0$ | 2,91 | 2,87 |
| $\alpha_2 - \alpha_1$ | 3,32 | 3,27 |
| $\alpha_0 - \alpha_1$ | 0,406 | 0,40 |

L'accord entre les deux colonnes est très satisfaisant. Des expériences plus récentes et plus précises montrent toutefois qu'il convient d'admettre maintenant des valeurs un peu plus faibles pour les quanta de rayons γ qui interviennent dans le schéma des niveaux du Th C''. Sur ce schéma, représenté sur la figure 13, les chiffres marqués par des flèches indiquant les transitions entre les divers niveaux, donnent les énergies des photons γ en KeV. On voit qu'il n'existe pas seulement des transitions entre un état excité et l'état fondamental mais aussi entre les divers états excités. Ces faits démontrent éloquemment que les lois quantiques gardent leur validité dans les phénomènes nucléaires. Signalons que la relation entre le rayonnement γ et la structure fine existe également dans le cas de l'Ac C, du RdTh, du Rd Ac et de l'actinon. Il en est de même pour le radium où la différence énergétique entre les deux groupes α est 185 KeV tandis que Hahn et Meitner signalent l'existence d'un seul rayon γ

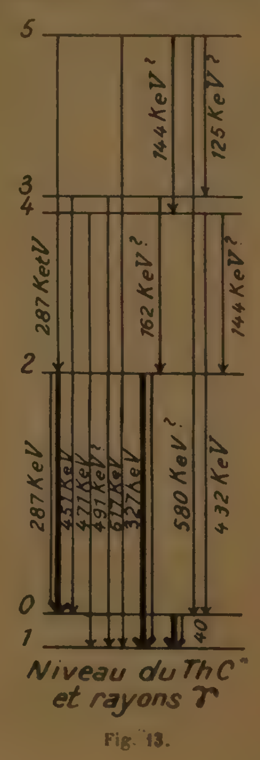



Fig. 13.

de 189 KeV. Dans ce dernier cas, M. Debierne envisage la possibilité que la complexité du rayonnement α soit liée à l'existence d'un nouvel élément, le néo-radium. Il est vrai que les expériences en cours sur cette question ne sont pas encore concluantes. Il convient aussi de remarquer que dans le cas de l'Ac X on n'a pu établir un accord satisfaisant entre le rayonnement γ

Fig. 14.

et les différences énergétiques calculées d'après la structure fine.

*Particules α de long parcours.* — Les rayons α de « long parcours » ont été découverts par Rutherford et Wood dans le Th C + C''. Nous allons nous borner, au cas du RaC. Ce dernier radioélément se désintègre en émettant soit des rayons β (99,96 %) soit des rayons α. Dans le premier cas, les phénomènes sont complexes. Le schéma de la figure 14 représente la filiation de la famille du Ra au voisinage des bifurcations. On voit que le noyau du RaC' excité peut se transformer en RaD (état normal) : 1° soit en émettant d'abord un photon de rayonnement γ, (et devenir RaC' à l'état fondamental) et ensuite une particule α normale (parcours de 7 cm.); 2° soit en émettant d'abord des particules α de « long parcours » et par suite de grande énergie.

Pour expliquer l'origine des rayons α de long parcours on admet que le noyau en question contient N particules α et qu'il reste, après une émission α ou β, dans un état excité. Désignons comme plus haut, les états énergétiques de ces noyaux par

$$E_0(N),\ E_1(N),\ E_2(N), \ldots..$$

En général un noyau se trouvant dans un état excité reviendra à son état normal en émettant un quantum de rayon γ. Il est cependant possible que ce noyau se désintègre en projetant une particule α avant que l'émission γ ait lieu. Si nous

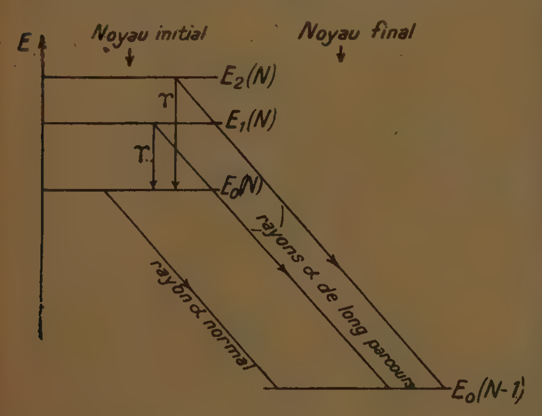



Fig. 15.

désignons alors par $E_0(N-1)$ l'énergie de l'état normal du noyau final produit par la désintégration du premier noyau et contenant par conséquent N — 1 particules α, l'énergie de la particule α émise sur le premier niveau excité sera

$$\Delta E_1 = E_1(N) - E_0(N-1)$$

tandis que l'énergie de la particule α normale sera

$$\Delta E_0 = E_0(N) - E_0(N-1).$$

La différence de ces deux énergies

$$\Delta E_1 - \Delta E_0 = E_1(N) - E_0(N) = h\nu$$

représente l'énergie du quantum γ correspondant. La figure 15 représente schématiquement les diverses transitions.

Il n'est pas aisé de répartir les raies γ connues pour le RaC' (au nombre de 55 environ) entre les niveaux déterminés par les mesures sur les groupes α de long parcours. Les énergies des divers groupes α ne sont pas, en effet, connues avec assez de précision pour permettre une identification stricte des photons γ. Si cependant on tient compte des indications fournies par les effets de conversion interne (internal conversion) ainsi que des intensités des diverses raies γ on peut construire, comme l'a montré Gamow, un schéma plausible, représenté sur la figure 16, du système

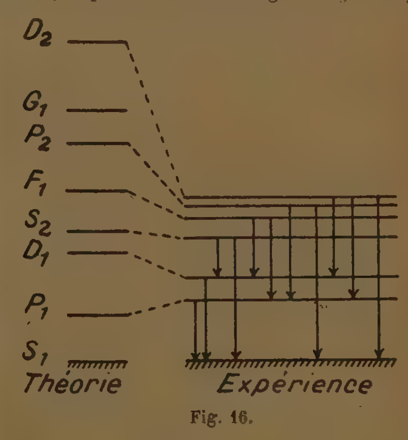



Fig. 16.

de niveaux du RaC'. Sur 21 transitions théoriquement possibles [7] entre les sept niveaux portés sur cette figure, 11 ont été réellement observées et concordent, comme le montre le tableau III, avec

TABLEAU III.

(j = *nombre quantique azimutal*)

| Prévision | | Observation | |
|---|---|---|---|
| $h\nu.\ 10^6\ eV$ | $\Delta j$ | $h\nu.\ 10^6\ eV$ | $\Delta j$ |
| 0,588 | 2 | 0.589 | — |
| 0,612 | 1 | 0,612 | 1 |
| 0,773 | 1 | 0.773 | 1 |
| 0,838 | 2 | 0,839 | — |
| 0,941 | 0 | 0,941 | 0 ou 2 |
| 0,999 | 2 | 1,000 | — |
| 1,131 | 0 | 1,130 | 0 ou 2 |
| 1,167 | 1 | 1,168 | — |
| 1,426 | 0→0 | 1,426 | 0 → 0 |
| 1,743 | 1 | 1,744 | — |
| 1,779 | 2 | 1,778 | 0 ou 2 |

7. Le nombre de combinaisons 2 à 2 est en effet

$$C_7^2 = \frac{7!}{(7-2)!\,2!} = 21$$

les prévisions soit du point de vue des énergies, soit du point de vue des changements de moments nucléaires calculés par Taylor et Mott.

Ajoutons que parmi les 10 autres transitions, deux sont du type F — S et ne doivent pas être prévues, quatre correspondent à une région inexplorée du spectre γ. Les quatre autres n'ont pas été observées, peut être à cause de leur intensité relativement faible.

Observons encore qu'il ne correspond pas un groupe α de long parcours à chacun des niveaux. Ceci s'explique d'ailleurs aisément car la probabilité d'émission de rayons α à partir d'un niveau dont le nombre quantique azimutal $j$ est grand est particulièrement faible en raison de la barrière de potentiel supplémentaire introduite par les actions centrifuges [8].

Pour mieux faire ressortir les résultats obtenus par l'analyse combinée de la structure fine et du rayonnement γ qui nous permet d'inférer le schéma des niveaux des noyaux atomiques, nous reproduisons sur la figure 17 la plupart des niveaux nucléaires connus. Les noyaux ont été ordonnés suivant le nombre de masse croissant et un cas où il y a plusieurs noyaux de même nombre de masse, en fonction de la charge nucléaire. On voit tout d'abord que ces schémas de niveaux varient beaucoup d'un noyau à l'autre. Mais cette diversité n'est sans doute pas due à la diversité de la structure nucléaire. Elle dépend plutôt du mode d'excitation des noyaux. A la différence de ce qui se passe dans l'étude des spectres atomiques où l'on peut faire varier à l'infini les conditions d'excitation, dans le cas des noyaux on est obligé de se contenter de l'excitation se produisant dans le processus spontané de la désintégration radioactive. Tant qu'on ne sera pas à même de provoquer artificiellement et de faire varier à volonté cette excitation, il sera très difficile de pénétrer plus en avant dans la structure nucléaire. Or pour le moment, il est impossible de produire une excitation artificielle pour les noyaux lourds. Dans le cas des noyaux légers on est arrivé à quelques résultats assez maigres par transmutation artificielle.

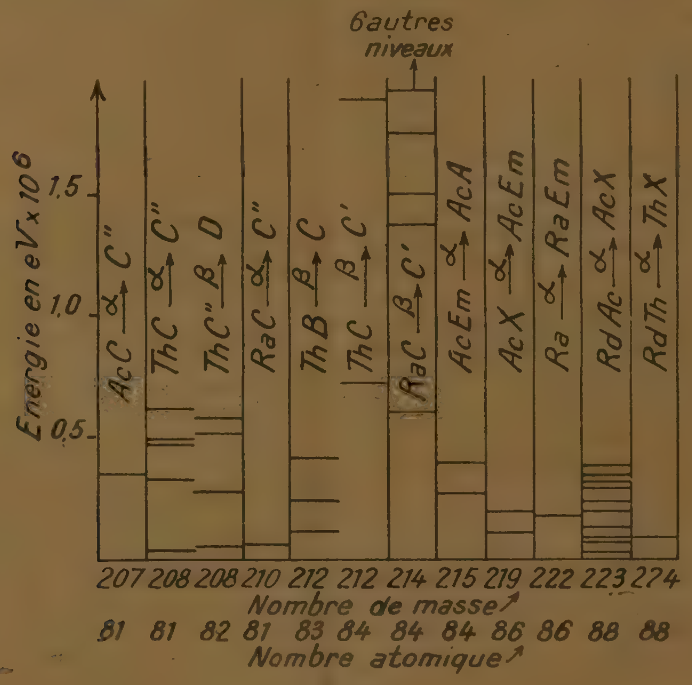



Fig. 17.

*Les spectres continus des rayons β.* — Le phénomène de la désintégration par rayons β ne doit pas être assimilé à la radioactivité α, mais plutôt à l'émission de la lumière par l'atome. L'analogie avec l'émission de photon réside avant tout en ceci que lors de la désintégration β, les électrons (rayons β) émis ne préexistent pas dans le noyau

8. Au cas où $j \neq 0$, il convient de remplacer, dans l'expression 8 de notre article (T. Kahan, *loc. cit.*, p. 304) $\sqrt{r_0}$ par $\sqrt{r_{eff}} = \sqrt{r_0}\,[(1-2\times 10^{-3}\,j(j+1)]$.
Tout se passe donc en effet comme si la barrière de potentiel s'était élevée.

mais naissent dans l'acte d'émission lui-même. Pour mettre davantage en relief ce que l'on entend par là, prenons le cas simple de l'émission de photon, par l'atome d'hydrogène. Nul ne songerait à dire que l'atome d'H excité dans le troisième état quantique contient les photons correspondant aux raies spectrales qu'il peut émettre, les deux premières raies de la série de Lymann, en l'occurence. Or l'atome d'H excité étant capable d'émettre de la lumière, on admet universellement que les photons sont créés au moment même de leur émission suivant la loi des fréquences de Bohr :

**état quantique initial = état quantique final + photon.**

L'émission des corpuscules β par le noyau radioactif est tout à fait analogue à ce processus, il n'y a qu'à substituer partout le terme électron au terme photon. Mais pour la désintégration β il faut encore introduire une nouvelle hypothèse, à savoir l'existence du neutrino. Il est en effet apparu que dans le cas des substances radioactives émettrices de rayons β, les noyaux ne projettent pas leurs électrons avec la même énergie (vitesse); celle-ci est au contraire répartie sur un intervalle assez grand. Le spectre d'énergie commence au voisinage de 0 (voir figure 18 où les

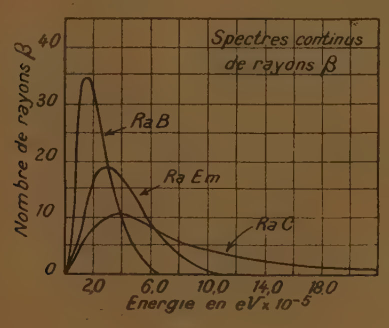



Fig. 18.

spectres continus de rayons β de quelques radioélément sont reproduits), atteint un maximum caractéristique pour la substance en question et décroît ensuite pour s'annuler à une limite supérieure également caractéristique. Comme d'autre part on est obligé d'admettre que les noyaux de la substance avaient avant l'émission β la même énergie et qu'ils ne diffèrent pas les uns des autres après l'émission non plus, il faut trouver un mécanisme pour compenser les différences d'énergies dans les divers cas. L'on est ainsi conduit à admettre qu'à chaque émission β, une seconde particule très légère, non chargée électriquement et obéissant à la statistique de Fermi-Pauli, quitte simultanément le noyau. L'existence de ce corpuscule, baptisé neutrino, permet de rendre compte de l'allure des spectres des rayons β continus.

Si le noyau émet un rayon β, sa charge positive croît d'une unité tandis que son poids reste inchangé. En d'autres termes, le nombre de protons nucléaires augmente d'une unité, tandis que celui des neutrons diminue également d'une unité. Aussi la transformation β peut-elle être conçue de la manière suivante : un neutron se transforme en un proton en donnant naissance à un électron et à un neutrino suivant la formule

$$^1_0n \rightarrow {}^1_1\mathrm{H} + \beta^- + {}^0_0n$$

**neutron → proton + électron + neutrino.**

De même que la probabilité d'émission de photons est une fonction de l'interaction du champ électromagnétique avec les électrons, la probabilité d'émission du rayonnement β dépend des lois d'interaction, encore à découvrir, d'un champ « électron-neutrino » avec les éléments constitutifs du noyau. Bien que la forme spéciale de cette interaction reste encore peu connue, Fermi a réussi à élaborer une théorie qui semble être confirmée par l'expérience. De même qu'il existe des règles de sélection pour l'émission de photons, pour les transitions entre divers niveaux quantiques, il y a aussi pour l'émission β des règles, dues à Fermi, qui veulent qu'une transition avec changement de moment cinétique soit beaucoup plus rare qu'une transition entre deux états de même moment. Trois conséquences en découlent. On peut expliquer, en premier lieu, pourquoi la durée de vie et la limite énergétique supérieure du noyau émetteur de rayon β ne présentent pas entre elles une relation fonctionnelle simple; en deuxième lieu, pourquoi l'émission β conduit tantôt à l'état fondamental du noyau formé, tantôt, à des états hautement excités de sorte qu'une émission γ a lieu (exemple : désintégration β du RaC où, comme on l'a vu, l'excitation du noyau Ra C' donne naissance aux rayons α de long parcours); enfin, en troisième lieu, il est possible de conclure au moments cinétiques de ces divers niveaux nucléaires excités.

*Les rayons α et les spectres de raies des rayons β.* — Un noyau se trouvant dans un état excité peut, nous l'avons vu, retourner à l'état fondamental en émettant un photon γ. Mais il peut aussi retomber sur le niveau fondamental sans émettre de rayonnement du tout, simplement en cédant son énergie à un électron des couches extérieures de l'atome et en le projetant ainsi hors de l'atome (conversion interne). On dit dans ce cas que le rayon γ est absorbé ou transformé par la structure électronique de l'atome. On observe ainsi au

lieu d'un rayon $\gamma$ de fréquence $\nu$ des groupes homogènes d'électrons ayant les énergies (relation d'Einstein)

$$h\nu - K,\ h\nu - L_I,\ h\nu - L_{II} \ldots\ldots$$

où K, $L_I$, $L_{II}$... représentent les travaux nécessaires à l'extraction d'un électron des niveaux K, $L_I$, $L_{II}$... On obtient ainsi le spectre de raies des rayons $\beta$. Les quantités K, $L_I$, $L_{II}$... peuvent se calculer à partir des têtes d'absorption du rayonnement X de l'atome en question. Il a été démontré de cette façon qu'effectivement les rayons $\gamma$ proviennent du noyau produit par la désintégration. Lorsque celui-ci a perdu ainsi un de ces électrons extérieurs, il peut revenir à son état normal par l'émission de raies de son spectre de rayons X; mais il peut aussi arriver qu'une émission électronique, non accompagnée de rayonnement électromagnétique ait lieu, à partir de l'enveloppe extérieure de l'atome émetteur (effet Auger). Ainsi le rayonnement L, étudié par Rutherford et Wooster, est en partie absorbée dans les couches M et N de l'atome étudié et donne lieu à un spectre corpusculaire électronique qui est contenu dans le spectre de raies des rayons $\beta$.

**T. Kahan.**
(Institut Henri-Poincaré.)

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

ROSENBLUM : *Journal de Physique*, décembre 1930.
GAMOW : Atomic nuclei and Radioactivity, Oxford, 1931.
Rapports et Discussions du 7e Conseil de Physique « Solvay », 1934.
CICCONE : Il Nuovo Cimento, Aprile, 1935.
MEITNER und DELBRÜCK : Der Aufbau der Atomkerne, 1935.
*Handbuch der Phys.*, Bd. XXIV/1, 1933.
G. BECK : Kernbau und Quantenmechanik, 1933.

---

# LA TÉTRA-UNIVOCITÉ SÉMANTIQUE GÉNÉRALISÉE *

## DEUXIEME PARTIE

### Conformité, corrélative, coextensive, compréhensive, des significations avec toutes significations.

Le fait précédemment démontré (voir cette même Revue n° du 15 juillet 1936) qu'il est possible d'assigner à toutes les significations nominales la même forme tétra-univoque, comporte des conséquences très considérables que nous allons examiner ici.

Moyennant cette *conformité*, l'on peut mettre au clair et rendre évidente la *corrélativité* entre toutes les significations, soit sémantiques, soit psychiques, soit physiques; parce que chacune de ces trois sortes de significations peut être simplifiée en une réalisation de l'ordre tétra-rythmo-symétrique. Grâce à cette conformité, chacun peut voir pourquoi chacune des significations est co-extensive avec la signification de toute l'expérience; car chaque signification a les mêmes quatre sens que l'expérience entière; est-ce que cette coextensivité ne suggère-t-elle pas qu'il y ait connaturalité entre ces expériences élémentaires et les réalisations substantielles de l'existence entière? Par cette conformité corrélative et coextensive entre signification et réalisation, nous sommes obligés : 1° d'admettre que la véritable compréhension de toutes les significations est uniforme et telle qu'un complexe unitaire-trinitaire; 2° à supposer, hypothèse vraisemblable mais indémontrable, que chaque signification est consubstantielle avec toute réalisation; 3° à présumer que la tétra-univocité sémantique manifeste l'essence de toute existence, qui est vraisemblablement l'universelle tétra-rythmo-symétrie.

§ 1. *La conformité tétra-univoque* de toutes les significations rend possible la simplification de toutes les expériences en une, essentielle, qui n'est autre que la réalisation de l'idée d'Ordre. En évoquant une telle idée moyennant la formalité de quatre sens *a priori* tous égaux, l'on simplifie tout ce que tous les hommes ont dit sous le nom du « vrai ». En invoquant le concept d'un néant quadrisensé, tel le Fiat Lux dont émanerait tout ce qui est, nous simplifierons ce que les hommes ont prétendu et sous-entendu sous le nom de « dieu ». En révoquant en doute que nous puissions comprendre tous pareillement autre chose que le symbole des quatre points cardinaux, nous simplifions tout ce que l'on a pu comprendre sous le nom de « absolu ». Voilà pourquoi et comment la conformité tétra-univoque est la convention de la table rase qui ramène l'expérience à son plus simple début.

La simplicité véritable est en fait ineffable, inconcevable, inimaginable, toutefois elle est une fiction vérace en droit. En fait, l'idée du simple est ineffable parce que le mot « simple » a une signification extrêmement compliquée, mentalement cette idée est inconcevable, car le néant est

* Voir le n° 13 (15 juillet 1936).

l'abstraction de tous les concepts, il n'en est pas un, et aucun phénomène imaginable n'est tel que le point convenu sans forme et sans partie; mais tout cela prouve la possibilité de la simplification, c'est-à-dire de la simplicité en droit.

La complexité très ordonnée, voilà ce qui fait figure de simplicité. Oui, rien de plus simple au monde que le complexe de quatre points à l'infini, dans lequel tout est compris. Le point convenu comme l'existence formellement la plus simple n'est que le commencement virtuel de mouvements en tous sens, intégrables en quatre, donc, en tant qu'actualité, ce rien est un complexe de quatre sens.

La tétra-univocité doit être convenue comme le truchement de la simplification complexive et réciproquement, de la complexité simplificatrice. C'est qu'un ensemble d'ensembles aussi compliqué qu'on le veut est simplifié aussitôt qu'il est dénommé et une telle simplification nominale atteint le plus haut point si toutes les dénominations peuvent être simplifiées en une; cela d'une part, et, d'autre part, si la dénomination la plus simple est elle-même un complexe de quatre dénominations, dont chacune est, à son tour, un complexe analogue et ainsi sans arrêt systématiquement, alors il apparaît la possibilité de dénommer régulièrement tous les aspects, tous les moments et toutes les parties de l'existence. Ainsi, et ainsi seulement, l'on peut remonter de la réelle complication à la simplicité idéelle, aussi bien qu'en redescendre pour impliquer et expliquer toute la complication substantielle, moyennant la complexité formelle croissante ou décroissante systématiquement mise en œuvre selon l'ordre tétra-univoque. Voilà pourquoi la tétra-univocité doit être la signification essentielle, et voici comment cela nous met devant l'insurmontable difficulté de supposer un commencement, qui étant réel, est inintelligible, étant intelligible est irréel.

L'univocité ne peut exister que dans la tétra-univocité, ce ne peut être qu'un énoncé, assujetti à la formalité préalable et toutefois l'on ne peut disposer aucune tétra-univocité qu'en disposant un par un des signes univoques; oui, ne dissimulons pas l'absurdité, ce que nous avons proposé de convenir renferme ce paradoxe effarant : *le quatre doit être à la fois envisagé avant et après l'un.*

Mais autant « quatre » que « un » ne sont qu'une même signification tétra-univoque et c'est bien cela, croyons-nous, ce que signifie cet avertissement de Léon Brunschvicg : « la fonction spécifique de l'intelligence, son effort maintenant assuré de la victoire, consiste à refouler le préjugé de l'*intelligible* pour *sous-tendre* à ce mode des données sensibles, un réseau continu de relations » (Les âges de l'intelligence, page 92). Nous allons nous y conformer en convenant que l'intelligibilité n'est autre que la corrélativité de toutes les significations, dont chacune est relative à l'ordre seul absolu, purement formel.

§ 2. *La corrélation sémantique* est un fait indéniable et cependant méconnu; c'est que toutes les significations sont ou des manières de parler, ou des manières d'être, qui deviennent des manières de parler; mais la même manière de parler est déjà autre, étant manière de dire, manière de comprendre et manière d'entendre; en sorte que, la signification élémentaire dont toutes les autres sont dérivées, l'absolue, est indicible et insignifiante.

L'absolu véritable ne peut être que sémantique, c'est-à-dire, ne peut qu'être la signification conventionnelle du mot « absolu ». L'existence absolue, autant comme essence que comme conscience et comme substance serait incroyable et inconnaissable si elle devait être conçue d'une manière étrangère à notre intuition individuelle et symbolisée sans recours à nos représentations collectives, donc non simplifiable en une signification tétra-univoque; mais une telle absolue existence est indéniable du fait que nous avons affaire à ces existences momentanées et partielles qui lui sont relatives, parmi lesquelles nous avons fait choix dans l'expérience, de la plus mémorable croyance et de la plus durable connaissance, qui est la coordonnance tétra-univoque, pour assumer cette corrélation comme signification conventionnellement absolue.

La corrélativité entre toutes les significations, du fait que chacune d'elle est relative a un absolu non explicité, comporte une conséquence paradoxale qui peut tourner en une faute très grave. C'est que chacune des significations, la première venue, n'étant pas expressément convenue, peut prendre le rang d'absolue. Voilà la faute sémantique qui entraîne toutes les fautes logiques, celles du faux absolu, du non-sens, et même du sens équivoque hors de la tétra-univocité conventionnelle.

La tétra-univocité corrige la duplicité de l'actuelle relativité bi-univoque. C'est que pour les uns toute expérience est relative aux formes de l'intellect, et pour les autres, ces formes de l'intellect sont elles-mêmes relatives aux formes des choses. Selon la corrélativité tétra-univoque, l'absolu n'est pas la forme, ni d'une essence, ni d'une conscience, ni d'une substance, mais de toutes les trois à la fois. C'est la forme de l'ordre qui étant, soit inhérent, soit transcendant, soit imma-

nent en toute existence et en toute expérience, est, cas par cas, autrement, et toutefois le même ordre tétra-univoque.

L'univocité ne doit point déchoir dans la fausseté si nous tenons présent le fait qu'elle est à la fois *a priori* et *a posteriori* relativement à la tétra-univocité, convenue préalable. C'est comme le fait que le point est un ensemble de quatre points, que la ligne droite unisensée est un segment d'une cyclique quadrisensée; comme l'ont montré les géomètres de notre temps, les significations réputées les plus univoques, celles des notions de points, lignes, plans, volumes, sont discernables, mais inséparables, donc corrélatives et covariantes; nous allons montrer que toutes les significations ont la même extension lorsqu'elles sont entendues comme des manières de parler de tout, de rien et de n'importe quoi, étant toutes conformément tétra-univoques.

« Toutes nos idées sont vraies en ce qu'elles ont de clair et de distinct » a dit Descartes et Cournot a précisé : « Pour séparer ce qui est clair et distinct et partant vrai, d'avec ce qui est confus et obscur et partant faux, ne faudra-t-il pas se conformer à l'idée qui est en nous de l'ordre et du désordre, de l'harmonie et du désaccord, idée régulatrice et souveraine »? (Considérations sur la marche des idées et des événements dans les temps modernes, rééditées en 1934, tome I, p. 260). Nous préciserons encore plus en affirmant que l'idée d'ordre la plus claire et distincte est la forme tétra-univoque.

§ 3. *La coextension* est l'attitude mentale, grâce à laquelle la moindre signification peut sembler l'égale de la plus totale; or, cette tendance prodigieuse est souvent illusoire et trompeuse et notons que, si la crédulité religieuse l'exalte, la philosophie la corrige; dès lors, les enseignements, tels que le *connais-toi, toi-même*, le cogito, l'*esthétique transcendentale*, l'*intuition de la durée et de l'instant*, nous ont appris à ne pas croire qu'un tout parfait, quel qu'il soit, puisse être connu autrement qu'en idée.

La totalité parfaite de la moindre chose n'existe pas encore parce que l'existence est un perpétuel devenir inachevé, cependant nous ne parlons pas autrement de quoi que ce soit, que comme si c'était un tout fait, et sans doute, c'est en prenant un aspect, un moment, une partie de l'existence considérée, pour nous en former une idée; alors les significations s'impliquent les unes les autres, les grandes dans les petites, les futures dans les passées, étant valeurs sans grandeurs, qualités non quantifiées, intuitions virtuelles sans représentation actuelle.

Les particularités concrètes de moments et de lieux, d'une réalisation quelconque, tant mentale que corporelle, ne deviennent des significations qu'en étant simplifiées, abstraites et généralisées en les conformant au signe de l'ordre humainement quadrisensé; voilà pourquoi l'intuition sentimentale la plus fugace peut valoir mieux et plus que la donnée sensorielle qui l'appelle ou la rappelle; et voilà comment le sentiment de la durée, grâce à sa continuité, se croit perpétuel au point d'impliquer l'éternité, comme aussi la sensation de l'étendue quand même interrompue pouvant être réitérée, peut s'expliquer à l'infini.

La tétra-univocité étant exercée ostensiblement nous révèle donc comment les réalisations sont transformées en significations et, celles-ci, consacrées au titre de faits; c'est en nous obligeant et en nous habituant à discerner, en chaque intuition, les quatre sens de tout changement, identifié avec le moins compliqué qui est le mouvement d'un point, et ainsi le fait se réduit en celui de l'ordre, lequel, en se faisant, est le même dans le tout autant que à chaque moment, et dans chaque partie, toujours et partout autrement; alors la pensée, telle que l'émoi d'un néant quadrisensé, dépasse et embrasse l'univers, alors le fils anéanti en un signe quadrisensé, devient l'égal du père, alors, et alors seulement, le péché originel s'expie, la faute de partialité se rectifie.

L'univocité se trouve par conséquent véracement justifiée puisque la signification la plus univoque, même celle d'un point est co-extensive, ayant les mêmes quatre sens, avec la signification de l'expérience entière, c'est en cela que la signification est l'expérience exemplaire, celle de la pensée circonspecte devant la croisée des chemins, consciente qu'en allant droit devant soi, elle tournera et reviendra du côté opposé, sans toutefois égarer le sens et la valeur du signe quadrisensé; et voici un témoignage qui renforce notre confiance : « Le signe ténu porte le monde et l'esprit parce qu'il est une analyse du monde et de l'esprit, une analyse du monde selon l'esprit » (Henri Delacroix, « Les grandes formes de la vie mentale », page 131).

§ 4. *La compréhension* est la réalisation matérielle, mimée et dessinée, fût-elle en pensée, de chacune et de l'ensemble des significations, c'est ainsi que la signification de l'état d'intuition individuelle passe à l'état de représentation collective, ostensiblement artificielle, pour être communicable, vérifiable et rectifiable; d'une part l'on assigne une forme à la signification générale pour composer son contenu avec des significations spéciales qui notent les figures, connotent les allures, dénotent les structures de réalisations ainsi comprises; d'autre part, l'on estompe

le contenu de la signification pour la comprendre dans un ensemble de plus en plus complexe et formellement simplifié.

La forme, comme donnée sensorielle, est inséparable de la donnée matérielle; mais nous savons façonner avec la même forme des matières différentes, et, vice versa, avec des formes différentes, la même matière, voilà pourquoi nous avons le droit de discerner la forme à part de la matière, et voilà comment la sensibilité et l'activité sont simplifiées en forme d'intelligibilité, autrement dit, les faits sont formalisés en idées.

La matière des significations, faite de symboles mimés ou dessinés, est la même que la matière de toutes les autres réalisations faites en dernière analyse de grains de lumière; mais ce qu'un symbole signifie n'est pas ce qu'on y voit, mais ce qu'on nous a enseigné, ou ce sur quoi nous sommes convenus; sans doute la signification est matériellement conforme, connaturelle et consubstantielle avec toutes les autres réalisations; toutefois les réalisations doivent être transsubstantiées moyennant les symboles en forme idéale pour devenir significations convenues immatérielles.

La tétra-univocité symbolise la compréhension comme l'expérience totalitaire et démontre comment nous devons faire le front uni devant l'insurmontable difficulté de tout comprendre dans n'importe quoi; c'est en dématérialisant les sens des extrémités de notre corps en acte d'orientation pour les simplifier en quatre points cardinaux; ainsi l'existence entière a été posée devant nous, symbolisée par un signe tétra-univoque et il s'ensuit que notre geste, en se conformant, à ce signe, acquiert le droit de comprendre formellement l'univers lequel matériellement nous comprend: attention, c'est ainsi que tout est devant nous et à la fois au dedans de nous et autour de nous, tel qu'un néant formel transparent au travers duquel transparaissent les figures, les allures et les structures de l'existence substantielle.

L'univocité, donc, est le geste qui sur la table rase tétra-univoque de la signification générale, dispose, juxtapose et compose les signes des nombres, des rythmes et des symétries moyennant lesquels les réalisations deviennent significations et, vice versa, les significations deviennent projets de réalisation; c'est merveille que tous ces signes, nonobstant leur inextricable complication, sont directement simplifiables en un signe unique et universel selon lequel tout peut être compris comme la figure des mouvements et les mouvements des figures : aussi pour comprendre tout, et mieux nous comprendre entre nous-mêmes, nous devons apprendre tous de plus en plus délibérément ce que signifie cette très judicieuse remarque d'Emile Borel : « Par suite d'une routine pédagogique inexplicable, il y a des hommes civilisés, ayant reçu une bonne instruction primaire ou même secondaire et qui ignorent ou du moins croient ignorer ce que sont les coordonnées rectangulaires. En fait, ils ne l'ignorent pas davantage que M. Jourdain n'ignorait ce que c'est que la prose... » (« L'Espace et le Temps », 1923, page 53).

III

**Le sens du réel au moyen du discernement tétra-univoque.**

La *réalité sémantique* proprement dite, celle des significations faites de mots conçus et symbolisés, doit être véracement considérée comme la véritable réalité, vraisemblablement comme la mieux avérée pour chacun en soi-même, véridiquement comme la plus exactement vérifiable par tous. A véracement parler, l'existence de ces complexes de « nom-concept-symbole » qu'on appelle « notions » est la plus indéniable parce que l'on ne peut nier l'existence des paroles qu'on profère; mais il y a plus, c'est que, en étant nominale, une telle existence présume celle du fait social, étant conceptuelle, subsume le fait vital, étant symbolique, résume le fait matériel, voire cosmique, et par conséquent, étant ainsi discernée, la signification est la réalisation intégrale véritablement réelle. Vraisemblablement les significations traditionnelles sont germe et source virtuels d'intuitions quasi toujours et partout actuelles des sentiments les plus durables, des sensations les plus mémorables; et peut-être les expressions telles que le « cogito », la « prise de conscience », « l'intuition intellectuelle » ne signifieraient rien sans ce qu'on appelle conscience sémantique; en tout cas, il ne peut y avoir de pensée qui ne pense des significations, car la pensée ne semble pouvoir se réaliser autrement, et pour chacun en soi-même aucune autre réalité n'est mieux avérée; véridiquement comme la réalité du mouvement se prouve en marchant, la réalité sémantique se vérifie en parlant; en raison que ce sont là des faits que nous faisons, défaisons et refaisons, leur réalité nous semble sans aucun secret pour nous, et pourtant tous les mystères sont en paroles; cependant si nous faisons table rase de tout le passé nous pouvons parler au moins en mathématiques à peu près sans arrière-pensée; effectivement, c'est au moyen de conventions explicitées complètement en tous sens donc tétra-univoques, que nous pouvons procéder sans dissimuler les compromis et les erreurs inévitables;

et réaliser ainsi des connaissances véridiques, étant presque parfaitement vérifiables. Toutefois ces trois manières d'être : la verbale, la mentale, la phénoménale, discernables, mais inséparables, ne sont-elles unifiables en une même réalité unique et universelle ?

Le *réel verbal* éminemment, non exclusivement verbal, est celui constitué de coordonnances de signes moyennant lesquels on explicite les énoncés, l'on exprime les croyances, l'on décrit les connaissances; c'est l'existence verbale qui fictivement réduit, reproduit et traduit les autres existences et d'autant que cette élaboration est ordonnée, harmonieuse et perfectible, les existences semblent se dégager des expédients de notre expérience et c'est alors que nous les appelons *réalités*. Si l'on admet une telle théorie, le mot « réalité » signifie « corrélativité » entre toutes les significations, et par conséquent, entre toutes les existences mais discernées, unifiées, concernées en expériences de mieux en mieux et de plus en plus ordonnées; précisément c'est dire que l'ordre tétra-univoque est l'absolu formel, aussi bien raison de l'expérience que raison de toute existence et, en somme, c'est cela même le *réellement vrai*.

Le *réel mental* est celui des émotions que chacun ressent en soi-même, et qui étant verbalisées, composent ces réminiscences, ces renaissances, ces préférences, qu'on appelle croyances. Si l'on ne veut pas fausser ou dénaturer le réel mental, il faut ne pas avoir peur de le croire *nouménal*, quasi surnaturel, c'est de croire que les notions s'incarnent en concepts vivants qui parlent, nous enchantent, éclairent, colorent, donnent odeur et saveur à l'existence. Oui, mais alors pour dépasser les vulgaires mythologies il faut croire vraisemblable cette sublime allégorie : l'ordre créateur humainement se réalise grâce à une conception immatérielle purement nominale dont la vie est expérience cruciale d'impérissable clarté; voilà le mystère qu'on doit estimer mieux que réel et tel ce qu'on appelle *souverain bien*.

Le *réel phénoménal* est l'apparence de la substance, non pas comme elle est, mais comme son changement apparaît à la conscience de chacun, lorsqu'il aperçoit la lumière et supporte la pesanteur. Les uns disent : aucune réelle substance n'existe sous ces apparences, elles sont des créations de la conscience; les autres disent que la conscience n'est réelle que comme effet d'intime apparence d'une matérielle substance. Non, c'est en mauvaise foi qu'on prétend connaître la réalité absolue; par contre la réalité de la conscience et la réalité de la substance ne sont que les sens opposés d'une même connaissance; laquelle est précisément relative à la réalité d'un système mental et corporel de références, assumé comme connaissance absolue; convenons que l'apparence du soleil levant et couchant est réalité concrètement et immédiatement véridique; mais la réalité de la terre qui tourne sur elle-même et autour du soleil, est plus véridique parce qu'elle coordonne un plus grand nombre d'apparences; et ses mouvements vertigineux ne diffèrent presque en rien de l'immobilité apparente des cieux, représentés dans la formelle véridicité de l'Univers entier; dont chacun, touchant son propre corps, en touche une partie; c'est pourquoi il nous semble invraisemblable, ce qui pourtant est véridiquement probable, à savoir que la laideur et la lourdeur matérielles soient faites de l'apparemment immatérielle lumière, cause *d'éternelle infinie beauté*.

Le sens du réel n'est pas seulement celui spontané immédiat et concret que chacun ressent en soi-même; c'est que les fictions, les rêves, les hallucinations sont aussi des indéniables réalisations; à proprement parler, le réel est le résultat de l'activité qui discerne, unifie, et concerne l'existence en la coordonnant en connaissances, de plus en plus simples, abstraites et générales; affirmons-le carrément que le sens du réel est lutte qui nous délivre des croyances faussées, et rectifie les connaissances erronées en comparant leurs significations avec celles qui réalisent l'idée de l'ordre verbalement vérace, mentalement vraisemblable, phénoménalement véridique, qu'on appelle Vérité.

IV

## Le discernement tétra-univoque comme expérience intégrale innovatrice.

*La réalisation de l'idée de vérité*, c'est-à-dire de l'ordre vrai, moyennant un acte de discernement tétra-univoque, cette expérience essentielle, cette raison d'être de toutes les expériences est une vérace fiction perpétuellement rénovée de l'ordre créateur qui est l'essence ou raison d'être, de toute existence; or, si l'on nomme « création » l'Ordre qui se réalise en toute existence, l'on doit nommer « innovation » l'œuvre humaine de coordination qui est l'expérience intégrale; alors cette intégrale expérience n'est autre que l'humaine existence qui s'améliore et se parfait parce que tout homme parle, pense et travaille avec amour de mieux être et de plus en plus connaître; dès lors convenons que l'expérience générale est faite : des initiatives qui rénovent la sagesse antique comme dans les discussions de philosophes, d'inventions qui sont des pensées, enfantées par d'au-

tres pensées amoureusement accouplées, artistement mises à jour, de découvertes scientifiques, qui en décrivant les apparences, mettent en évidence les changements dans les substantielles existences, et, en peu de mots, disons que l'expérience innovatrice est uniment « philosophie, art, science ».

La philosophie est l'expérience orientée vers les formalités verbales, d'ailleurs n'existant jamais sans les virtualités mentales qui les engendrent et sans les actualités matériellement exécutées qui rendent possibles leur communication et leur vérification, mais si la philosophie est amour de la sagesse, ne doit-elle pas critiquer autant ses propres tergiversations que les extravagances artistiques et les pédanteries scientifiques? L'expérience philosophique est surtout *initiative logique*, mais qui ne peut se rénover sans les inventions artistiques, et sans les découvertes scientifiques; sa tradition donc est complexivement « *logique, esthétique, métaphysique* » en droit, et en fait, complexivement « *sémantique, éthique-pragmatique* », en un mot éminemment *tétra-univoque*.

L'art a dans l'expérience la meilleure part, celle de l'invention esthétique réputée telle qu'une création, mais qui effectivement est une procréation ou une récréation, car la véritable œuvre d'art est un être spirituel vivant parfois immortel, mieux que les êtres matériellement naturels. L'expérience artistique est, chacun le sait, l'œuvre enfantée en toute spontanéité; oui, en idée, l'artiste bouscule les dogmes, renverse les barrières, mais en fait, il se préoccupe de la tradition et de l'histoire tout comme un philosophe et il s'occupe des moyens techniques, à peu près comme un savant. Le progrès dans l'expérience artistique est toutefois un enrichissement et un embellissement plutôt qu'un débordement vers l'inconnu; l'on peut dire non sans ironie que le nombre neuf des muses du Parnasse ne s'est pas accru étant parfait, mais que chacune d'elle s'est mieux groupée et mieux orientée suivant ces quatre buts suprêmes de toute inspiration. Le *génie* humain qu'évoque la poésie lyrique, épique, tragique; le surcroît de *vie* que suscite la musique chantée, mimée, dansée; l'harmonieuse perfection dans l'agencement et l'éclat des formes de *l'énergie* dans les beaux-arts proprements dits, gravure, peinture, sculpture; est-ce que ces trois hautaines activités ne manifestent-elles pas *l'Esprit* créateur uniment « verbal, nouménal, phénoménal » donc harmonieusement, sinon parfaitement *quadrisensé?*

La science est dans l'expérience l'entreprise artisane et industrieuse, mais qui, inlassablement, défait et refait ses objets pour atteindre une signification plus simple, une valeur plus abstraite, une portée plus générale, en simplifiant toutes les connaissances en schèmes tétra-univoques. L'expérience scientifique est la plus ostensiblement conforme à la tétra-univocité en considérant que les quatre doctrines principales, dans lesquelles toutes les autres se groupent, sont : les *mathématiques*, les *sociologiques*, les *biologiques*, les *cosmologiques*; et chacune de celles-ci peut être systématisée, à son tour, en quatre branches principales. Le savant véritable n'a garde de se passer de philosophie lorsqu'il se préoccupe de méthodologie; bien qu'il ne doit pas comme l'artiste croire vrai ce qu'il aime ou ce qu'il voit, pourtant lorsqu'il doit inventer il ne peut faire autrement que le poète; ainsi l'on n'est savant tout à fait que si l'on découvre, sous les apparences, les figures, allures et structures de la substantielle existence. L'avancement des sciences est fomenté, en tout cas apprécié, par la coordination de toutes les connaissances dans un aperçu total de l'existence; c'est pourquoi la science est la plus cruciale expérience, celle qui conforme toutes les coordonnances, les croyances et les connaissances à l'idée de l'ordre total qui est la formelle *tétra-rythmo-symétrie;* aussi écoutez comment de l'expérience de deux rayons croisés, par hypothèse et par mesure l'on a induit et déduit quelle est la forme et quelle est la matière de toute l'existence : la forme est le cadre numéral, temporel, spatial, dit *quadri-dimensionnel*, et la matière est toute faite de lumière dont chaque grain est une substance de trois essences, un *complexe unitaire trinitaire*.

La coordination est l'essentielle réalisation, autant créatrice qu'innovatrice, et c'est sous une telle signification seulement que l'expérience humaine est conforme, idoine et adéquate à l'existence entière. Mais la signification elle-même de la notion d'ordre est tétra-univoque parce que l'on ne peut considérer l'ordre autrement que comme celui d'un ensemble, et parmi les ensembles, le plus ordonné est le *nombre* (verbalité), en se réalisant (subjectivité) tout ensemble est *rythme*, en sa part déjà réalisé (objectivité) tout ensemble est *symétrie;* l'on conviendra que « ordre » signifie « nombre, rythme, symétrie » et que l'on ne doit pas séparer ni confondre ces quatre sens de cette notion, ni omettre l'une d'elles. En assumant la notion d'ordre à l'égal de l'idée de la vérité sous sa forme tétra-univoque comme raison de toute expérience, nous pouvons coordonner toutes ces modalités en trois principales : la philosophique comme éminemment verbale, l'artistique comme plutôt subjective, mieux, subjectivante, la scientifique comme la plus objec-

tive, plutôt objectivante; toutefois aucune d'elles ne l'est exclusivement, car elles sont des modes de la même activité autrement orientée, et quand même chaque mode est conformément tétra-univoque. L'orientation, ce fait sociologique, biologique, cosmologique, manifeste la forme la plus simple, abstraite et générale de la coordination qui est à la fois pour chacun la signification la plus usuelle, immédiate et concrète; ce n'est que d'après une telle convention, qu'une même règle peut être autre, étant tour à tour « norme, commandement, loi » et « rapport, teneur, valeur, grandeur » aussi bien que « hiérarchie, style, corporation, architecture », et si nous rappelons ainsi le désordre actuel dans la signification du mot « ordre » c'est pour montrer comment on fait valoir, on ne peut plus directement, la méthode de la coordination tétra-univoque; nous pouvons donc conclure, sans réserve aucune, que la tétra-univocité réalise l'ordre vrai, en absolu formel, relativement auquel tout le réel peut être dit, entendu, compris, rationnellement.


**Résumé.**

L'expérience présente qui est la rédaction de cet exposé a été, avec ostentation, conduite conformément à la *raison tétra-univoque*, expressément explicitée dès le début. L'on peut ainsi constater, non seulement tous les défauts de cette recherche, mais aussi et surtout, que si le but d'atteindre l'unité a été pratiquement manqué, toutefois il a été théoriquement encadré, du fait que nous avons abouti à montrer que chaque réalisation est relative au même absolu formel et concerne l'une ou l'autre de ces cinq modalités de la coordination; quatre formelles, et, comprise entre celles-là, une substantielle :

| | |
|---|---|
| 1° ordre tétra-rythmo-symétrique | (généralité). |
| 2° règle tétra-univoque | (verbalité). |
| 3° attitude quadri-sensée | (subjectivité). |
| 4° schème quadrimensionel | (objectivité). |
| 5° complexes unitaires trinitaires | (substantialité). |

La convention proposée a été donc remplie; nous avons, dans le cadre des quatre sens de la coordination formelle, inséré la coordination substantielle; ainsi le réel, apparaît tel qu'un complexe unitaire-trinitaire, dont la complexité, degré par degré, procède des grains de lumière et constitue l'unité totalitaire de l'univers illimité, mondial, naturel, cosmique. Aussi comme G. Bachelard l'a dit : «... la dialectique de la forme et de la matière joue plus profondément qu'on ne le croit dans toutes nos pensées » nous avons pu ainsi, comme il le dit encore, « rendre indirect ce qui était direct, trouver du médiat dans l'immédiat, du complexe dans le simple, voilà la mesure exacte de la révolution de l'empirisme opérée par la mécanique ondulatoire » (*Le nouvel esprit scientifique*, p. 31-86) et nous lui demanderons : cette révolution n'est-elle pas la restauration de la forme substantielle des scolastiques autant que de la formelle tétractys des pythagoriciens?

La conviction qui nous a été suggérée par l'initiative de A. Lalande, au Congrès de Philosophie de 1900, anime notre effort pour améliorer la coopération intellectuelle, en instituant un projet de « critique et fixation du langage philosophique ». Nous proposons cette résolution : *l'univocité risque de passer pour un faux absolu si elle n'est pas relative à la tétra-univocité sémantique généralisée*. En proposant cela à la délibération collective, nous croyons être on ne peut mieux d'accord avec l'exigence rationaliste de A. Lalande, qui a préconisé la *dissolution* simplificatrice de la complexité évolutive et involutive, comme prémice à la liberté, car nous simplifions et assimilons toute la matière des significations dans la forme immatérielle de l'idée d'un néant éternel, infini, humainement quadrisensé.

La conversion, ou plus précisément l'orientation du sens commun plus consciemment collective que nous escomptons, est aussi conforme à l'enseignement rationaliste que, à ce même Congrès de 1900, Léon Brunschvicg nous a inculqué, notamment en ces propos : « La démonstration est à la charge du réalisme; il faut pour conclure au réalisme, avoir traversé la région des idées, y découvrir une catégorie absolue qui restitue à l'Univers de la représentation, sa réalité indépendante, catégorie du fini ou catégorie du continu, attribuer à l'âme humaine une faculté nouvelle, une intuition rationnelle qui corrige la déviation ou la mutilation de la perception sensible, ou bien donner au sens commun une signification, ignorée du vulgaire, qui rétablisse l'unité du réel en écartant les abstractions conventionnelles de la Science », et plus loin : « L'idéalisme ne trahit-il pas la cause de la métaphysique... s'il renonce à déterminer entre ces idées, un principe de classification et de hiérarchie, tout au moins un principe d'orientation » (L. Brunschvicg. « L'idéalisme contemporain ». Bibliothèque du Congrès International de Philosophie, tome I, 1900, pages 45 et 46).

Le programme de cette recherche a été en tout cas rédigé selon ce mot d'ordre sûr, net et précis : *Le vrai est un, mais il se réalise en trois modalités antinomiques et complémentaires.*



**G. Aporéma,**
Docteur ès sciences.

# SUR LA SIGNIFICATION DES RELATIONS PHYSIQUES

Une vitesse est définie par l'expression

$$V = \frac{S}{T}, \qquad (1)$$

où V est la vitesse d'un mobile qui parcourt le chemin S pendant le temps T.

Il semble toutefois qu'il n'existe pas d'accord général sur le sens qu'il faut prêter à cette définition.

Dans son rapport sur les discussions concernant les unités qui ont eu lieu devant la 6e Section de la Société Française des Electriciens en 1933 et 1934, M. Iliovici écrit :

« Ainsi on n'a pu obtenir l'accord sur la signification des relations physiques : pour les uns, ce sont des relations entre grandeurs; pour d'autres, entre les mesures de celles-ci; de même, quoique tout le monde soit d'accord sur la forme à donner aux équations aux dimensions, les avis diffèrent pour ce qui concerne la signification des symboles qui entrent dans ces relations ».

La question soulevée par la 6e Section n'est pas neuve, et il est intéressant de consulter la littérature classique à se sujet.

Dans le « Traité de Dynamique » de l'illustre d'Alembert, nous trouvons la note suivante :

« L'espace et le temps étant des quantités de nature différente, ainsi qu'on l'a remarqué dans le Discours préliminaire, on sent bien qu'on ne peut diviser l'espace par le temps; ainsi, quand on dit que « les vitesses sont comme les espaces divisés par les temps », c'est une expression abrégée qui signifie que les vitesses sont comme les rapports des espaces à une même commune mesure, divisés par les rapports des temps à une même commune mesure : c'est-à-dire que si on prend par exemple, le pied pour la mesure des espaces, et la minute pour la mesure des temps, les vitesses de deux corps qui se meuvent uniformément sont entre elles comme les nombres de pieds parcourus divisés par les nombres de minutes employées à les parcourir, et non pas comme les pieds divisés par les minutes ».

Ce passage est explicite. Suivant d'Alembert, le symbole $V = S/T$ n'est pas seulement une équation, mais aussi une expression abrégée qui sert à expliquer le contenu d'une véritable équation $V = S/T$, dans laquelle S est un nombre de pieds parcourus, tandis que T est le nombre de minutes employées à les parcourir.

Alors, pourquoi ne pas rejoindre d'Alembert et admettre que les relations physiques en général peuvent être considérées ou bien comme des relations entre grandeurs, ou bien comme de véritables équations, suivant qu'on a besoin d'une définition ou d'un moyen de calcul ? Il est possible que la méthode de d'Alembert, qui était suffisante lorsqu'il s'agissait d'établir les lois de la dynamique, ne l'est plus lorsqu'il s'agit d'étudier les problèmes relatifs aux unités. Nous avons besoin d'un instrument mathématique qui puisse faire ressortir la nature physique des équations dont les variables ne sont pas des nombres tout court, mais des nombres d'unités.

Considérons l'équation

$$V = \frac{S \text{ pieds}}{T \text{ minutes}}.$$

Les signes « pieds » et « minutes », indicateurs de la nature des variables S et T, ne sont pas des symboles mathématiques. Il est cependant possible de les remplacer par des expressions mathématiques lorsqu'on fait usage de la théorie des mesures, dont j'ai exposé les principes dans deux articles précédents, le 15 janvier et le 15 juillet.

La théorie des mesures peut être considérée comme une extension des calculs ordinaires par l'emploi de paramètres, appelés variants, qui indiquent le rapport de certaines unités, dites unités courantes, à certaines autres unités, appelées unités fixes.

Supposons qu'on remplace les unités fixes « 1 pied » et « 1 minute » par des unités courantes « $\sigma$ pieds » et « $\tau$ minutes », où les nombres $\sigma$ et $\tau$ sont des variants :

$$\sigma = \frac{\text{unité courante de longueur}}{\text{unité fixe de longueur}} = \frac{\sigma \text{ pieds}}{1 \text{ pied}}$$

$$\tau = \frac{\text{unité courante de temps}}{\text{unité fixe de temps}} = \frac{\tau \text{ minutes}}{1 \text{ minute}}.$$

Il faut alors remplacer les nombres S et T d'unités fixes par de nouveaux nombres $s$ et $t$. On aura :

$$V = \frac{s.\ (\sigma \text{ pieds})}{t.\ (\tau \text{ minutes})}.$$

V étant un nombre de pieds par minute, on peut écrire plus simplement :

$$V = \frac{\sigma}{\tau} \cdot \frac{s}{t}.$$

Cette équation indique la relation qui existe entre le nombre V d'unités fixes de vitesse et le nombre $s/t$ d'unités courantes de vitesse. L'u-

nité courante de vitesse est représentée par le variant.

$$\frac{\text{unité courante de vitesse}}{\text{unité fixe de vitesse}} = \frac{\sigma/\tau \text{ pieds/minute}}{1 \text{ pied/minute}} = \frac{\sigma}{\tau}$$

Appelons $\zeta$ le variant de vitesse, $v$ le nombre d'unités courantes de vitesse. On aura

$$\zeta = \frac{\sigma}{\tau} \quad \text{et} \quad v = \frac{s}{t}.$$

Ainsi, les nombres V, S et T d'unités fixes, les nombres $v$, $s$ et $t$ d'unités courantes et les variants $\zeta$, $\sigma$ et $\tau$ sont tous reliés par des équations semblables.

On voit que l'introduction des variants permet d'exprimer le sens physique de l'équation (1) par des moyens mathématiques.

Un cas particulièrement intéressant est celui de l'unité variable. C'est une unité qui varie avec l'entité qu'elle mesure; elle est représentée par un variant qui est fonction d'une ou plusieurs variables. La notion d'unité variable semble destinée à jouer un rôle important dans la théorie de la relativité restreinte. Dans son livre « Pour comprendre Einstein », p. 72, M. l'Abbé Moreux écrit :

« L'unité de temps, telle qu'on l'admettait depuis Newton, ne peut plus être considérée dans nos formules comme une grandeur invariable et constante; il n'y a pas de temps absolu. La durée dépendant de la vitesse d'éloignement des observateurs, ceux-ci ne peuvent plus choisir une commune unité ».

Et un peu plus loin :

« Mêmes réserves en ce qui concerne l'espace... Vous concevez maintenant quelle répercussion profonde doit avoir sur les grandeurs étudiées en Physique et en Mécanique, l'emploi d'unités qui n'ont plus rien d'absolu ».

Ainsi, la détermination de l'unité constante ou variable qui correspond à chaque valeur de chacune des variables dans les équations de la relativité est un problème qui mérite de l'attention. Dans les articles mentionnés ci-dessus, j'ai montré comment la notion d'unité variable peut servir à interpréter la formule d'addition des vitesses d'Einstein.

Passons maintenant à la question des dimensions. Suivant M. Iliovici, tout le monde est d'accord sur la forme à donner aux équations aux dimensions, mais les avis diffèrent pour ce qui concerne la signification des symboles qui entrent dans ces relations. Dans la théorie des mesures, les équations aux dimensions sont remplacées par des équations entre les variants.

Par exemple, l'équation

$$\zeta = \frac{\sigma}{\tau}$$

établie plus haut entre les variants de vitesse, d'espace et de temps, indique que la vitesse a la dimension 1 par rapport au chemin parcouru et — 1 par rapport au temps. Ici, on ne peut douter de la signification des symboles $\zeta$, $\sigma$ et $\tau$, puisqu'ils sont des variants, c'est-à-dire des nombres qui représentent, chacun, le rapport entre deux unités.

A notre avis, la théorie des dimensions devrait être basée sur l'étude générale des relations entre les entités. Pour donner une idée sur la nature des problèmes à étudier, nous allons considérer le cas où une entité Y, c'est-à-dire une entité qui contient un nombre Y d'unités fixes, est une fonction d'une autre entité X, qui contient un nombre X d'unités fixes :

$$Y = f(X)$$
$$X = \xi . x.$$

Afin d'éviter une trop grande généralité, nous supposons que $f(X)$ peut être développée en série suivant les puissances croissantes de X :

$$Y = a_0 + a_1 X + a_2 X^2 + \dots + a_n X^n + \dots \qquad (2)$$

Pour chercher comment Y dépend du nombre $x$ d'unités courantes nous remplaçons X par $\xi x$ :

$$Y = a_0 + a_1(\xi x) + a_2(\xi^2 x^2) + \dots + a_n(\xi^n x^n) + \dots$$

ou

$$Y = a_0 + (a_1\xi).x + (a_2\xi^2).x^2 + \dots + (a_n\xi^n).x^n + \dots$$

On déduit les coefficients de la série en $x$ de ceux de la série en X en multipliant ces derniers par des puissances de $\xi$. Ainsi, pour chaque nouvelle valeur de $\xi$, Y devient une nouvelle fonction de $x$. Cela revient à dire que la fonction qui exprime la relation entre deux entités dépend en général du choix des unités.

Pourtant, dans le cas d'une fonction monôme, on s'arrage de manière à rendre indépendante des unités courantes la relation qui lie entre eux les nombres de ces unités.

Soit

$$Y = k_2 X^2$$

une telle fonction. Posons

$$Y = \eta . y.$$

et introduisons les nombres d'unités courantes $x$ et $y$ :

$$\eta . y = k_2 . \xi^2 x^2.$$

Si on admet, pour les variants, la relation

$$\eta = \xi^2,$$

on a, pour toutes les valeurs de ces variants, donc pour toutes les valeurs des unités courantes :

$$y = k_2 x^2.$$

C. Tomasini.

# BIBLIOGRAPHIE

## ANALYSES ET INDEX

### 1° Sciences mathématiques.

**Nielsen** (J.). — **Vorlesungen über Mechanik,** revu et complété par W. Fenchel. — 1 *vol. gr. in-8° de x-500 p., avec 164 fig. Julius Springer à Berlin,* 1935. (*Prix, broché: Rm* 38 ; *relié : Rm* 39,60).

Un fait assez curieux de l'interpénétrabilité de l'Enseignement actuel est que tous les ouvrages de Mathématiques et de beaucoup d'autres disciplines, destinés aux étudiants des Universités, sont construits sur des modèles presque identiques.

Si besoin était en France d'un manuel de Mécanique Rationnelle pour les étudiants des cours de Mathématiques générales, une traduction de la Mécanique élémentaire de J. Nielsen conviendrait parfaitement.

Mais les professeurs, les maîtres de conférences, qui n'ont jamais en trop les problèmes de cet ordre à proposer, y trouveront beaucoup d'exercices bien choisis, bien traités, dont un assez grand nombre leur seront utiles, sur les sujets que voici :

Première partie : Statique et Cinématique, avec d'intéressants développements sur la Statique graphique.

Deuxième partie : Dynamique, y compris des vues fort claires sur la théorie du Potentiel.

Nous n'énumérerons pas les titres des 21 chapitres de l'Ouvrage, ils correspondent à la description générale que nous avons faite.

Une excellente Table alphabétique des noms de personnes citées et des matières étudiées termine l'ouvrage du professeur à l'Université de Copenhague, à laquelle appartient aussi M. W. Fenchell.

R. M. B.

### 2° Sciences physiques et chimiques.

**Bussit** (J.). — **Recherches analytiques sur l'arginine et l'histidine.** — 1 *vol. in-8° de* 100 *pages. Hermann et Cie, éditeurs, Paris. (Prix, broché :* 20 *fr.).*

L'arginine ou acide guanidino α-aminovalérique et l'histidine ou acide β-imidasol α-aminopropionique constituent, avec la lysine, le très important groupe des bases hexoniques, acides diaminés qui sont les matériaux essentiels des protamines et des histones et qui, libérés dans l'organisme, paraissent jouer un rôle capital au moment de la reproduction et de la naissance ainsi qu'au cours de la croissance.

Dans la *première partie* de son travail, l'auteur, Docteur en Pharmacie, montre que les efforts qui ont été faits dans le but de trouver des méthodes de dosage sensibles et fidèles de l'arginine et de l'histidine ont abouti à des résultats infructueux : les unes et les autres (méthodes de fractionnement et méthodes directes) présentent un manque de sensibilité net ou sont sujettes à des erreurs provenant de l'action parasite d'autres substances.

La *deuxième partie* constitue un exposé des recherches personnelles de M. Bussit en vue de précipiter l'arginine et l'histidine à l'état de sels d'argent et de séparer ces deux acides diaminés à l'aide de composés mercuriques. La conclusion générale de cette étude est l'impossibilité de séparer l'arginine et l'histidine soit par une précipitation fractionnée de leurs sels d'argent au moyen de la baryte, soit par la formation du complexe insoluble histidine-sulfate mercurique qui retient intégralement l'arginine par adsorption.

L'ouvrage, qui comporte une riche documentation, s'adresse non seulement aux lecteurs spécialisés, mais à tous ceux que toutes les grandes questions de culture générale biochimique intéressent.

E. Cattelain.

***

**Granier** (J.), *Professeur à la Faculté des Sciences de Besançon.* — **Les systèmes oscillants.** — 1 *vol. in-8° de* VIII–215 *pages, avec une préface de* P. Janet. *Dunod, Paris,* 1936.

Les systèmes oscillants interviennent dans un grand nombre de phénomènes mécaniques, acoustiques, optiques, électriques, radioélectriques. Ils sont souvent envisagés d'une manière indépendante à propos de ces divers phénomènes. M. Granier a pensé avec raison qu'il serait intéressant de considérer les systèmes oscillants d'une manière générale et d'appliquer ensuite les résultats obtenus aux divers phénomènes où ils interviennent.

Les systèmes oscillants ont été classés, non d'après leur nature physique, mais d'après les équations qui les régissent. L'auteur a été ainsi amené à distinguer :

1° Les systèmes à un degré de liberté, régis par une seule équation différentielle, qui peuvent être schématiquement représentés par un corps pesant suspendu à un ressort. De tels systèmes abandonnés à eux mêmes, après avoir été écartés de leur position d'équilibre, effectuent des oscillations libres et, soumis à une force périodique, ils exécutent des oscillations forcées. L'auteur étudie d'abord les oscillations libres en examinant successivement le cas où elles persistent indéfiniment et celui où, par suite de frottements, elles finissent par s'annuler; il envisage ensuite les oscillations forcées et les effets de résonance qui les accompagnent. Les résultats ainsi obtenus sont appliqués aux systèmes

mécaniques pendule, galvanomètres à cadre mobile, résonateur acoustique), à la dispersion électrique et optique, aux circuits électriques sans fer et avec fer, et à l'entretien des oscillations électriques;

2° Les systèmes à deux degrés de liberté, définis par l'ensemble de deux équations différentielles, que l'on peut constituer en prenant deux oscillateurs simples du groupe précédent entre lesquels on établit une liaison, par exemple au moyen d'un ressort ou d'une induction mutuelle. L'ensemble du système possède des propriétés nettement différentes de celles des systèmes composants. L'auteur les étudie d'abord mathématiquement, pour les divers modes d'oscillations : libres, forcées et entretenues; il applique ensuite les résultats obtenus aux systèmes mécaniques, électriques et électromagnétiques;

3° Les systèmes à une infinité de degrés de liberté, à constantes réparties, régis par une équation aux dérivées partielles. A ce groupe appartiennent les tuyaux sonores, les cordes vibrantes, les lignes électriques, dont l'auteur passe en revue les principales propriétés, après avoir étudié la vitesse de propagation d'un ébranlement dans un système de longueur infinie.

L'exposé d'un caractère très synthétique que présente M. Granier rendra les plus grands services aux étudiants des écoles techniques et des Facultés, en leur révélant les analogies d'un nombre considérable de phénomènes envisagés trop souvent séparément dans les traités de physique; nous sommes certains également qu'il intéressera vivement les ingénieurs et les physiciens.

A. Boutaric.

*

**Vogels** (Henry). — **Etude expérimentale de la fluorescence et de la phosphorescence de colorants adsorbés sur gels colloïdaux.** — 1 *vol. in-8° de* 86 *pages. Gauthier-Villars, Paris,* 1936.

L'auteur a étudié les propriétés phosphorescentes et fluorescentes présentées par un certain nombre de matières colorantes fixées à la surface de gels inorganiques (silicagel et hydroxyde d'aluminium) et à la surface de gels organiques (cellophane, gélatine, etc.). Il a envisagé notamment le degré de polarisation de la lumière émise, qui est susceptible de fournir des renseignements concernant le mode de fixation des molécules sur le gel. Ces mesures lui ont permis de conclure à l'anisotropie des oscillateurs engendrant la fluorescence et la phosphorescence à haute température alors que les oscillateurs engendrant l'émission que l'on observe à basse température doivent être considérés comme isotropes.

L'étude de la durée de phosphorescence de ces préparations lui a fourni également un certain nombre d'indications sur le mécanisme des phénomènes de luminescence. Ainsi a-t-il reconnu que les valeurs de demi-périodes de la phosphorescence et de la fluorescence à longue durée varient d'une préparation à l'autre, mais que les lois générales restent les mêmes. Enfin il a montré que la phosphorescence des adsorbats est beaucoup plus sensible à l'action de l'oxygène que la fluorescence à longue durée.

Les résultats obtenus apportent une contribution très intéressante aux propriétés fluorescentes et phosphorescentes d'un grand nombre de matières colorantes fixées sur des gels colloïdaux et beaucoup d'entre eux sont susceptibles de servir de point de départ à des recherches nouvelles.

A. B.

## 3° Sciences naturelles.

**Gaultier** (Paul), *Membre de l'Institut.* — **L'Ame française.** — 1 *vol. in-8° de* 316 *pages.* Collection de la Bibliothèque de Philosophie scientifique. *Flammarion, éditeur. Paris. (Prix : 12 fr.).*

Dans ce beau livre, qui est celui d'un philosophe pénétrant et d'un grand écrivain, M. Paul Gaultier analyse les aspects multiples de l'âme française, en fait ressortir admirablement les caractères essentiels et les particularités. A larges traits, il nous présente en un tableau d'un raccourci saisissant, ce qu'il faut savoir sur la géographie de notre sol, sur l'histoire de la formation de notre patrie, sur nos aptitudes et sur nos réalisations.

Le livre débute par quelques considérations géographiques très générales dans lesquelles M. Paul Gaultier fait ressortir la belle harmonie mais aussi la prodigieuse diversité de notre sol. « Il y a peu de pays plus divers, écrit-il fort justement. Il allie les régions les plus disparates et les climats les plus opposés, la brumeuse Bretagne et la lumineuse Provence, la verte Normandie et la pouilleuse Champagne, l'élégante Ile-de-France et la plantureuse Gascogne, la montagneuse Savoie et les grasses plaines de Flandre, la sèche Lorraine, l'ombreuse Alsace l'acide Picardie et la rubiconde Bourgogne ».

Pour M. Paul Gaultier l'âme française est bien le produit de son sol, mais elle l'est non moins de son histoire qui, comme la France elle-même, est cependant son œuvre. Dans des pages souvent lyriques, toujours fortes et solides, il montre comment la France s'est faite grâce à la volonté de ses enfants. Sans doute la race française s'est-elle formée lentement par la fusion des apports migrateurs et de la race autochtone. Mais l'édification de la nation par l'action de la dynastie capétienne est le plus bel exemple de création vivante que présente l'histoire.

Après des considérations historiques relatives à la formation de notre patrie viennent de très fines réflexions sur la vie privée et la vie publique du Français. M. Paul Gaultier connaît bien ses compatriotes : sans doute les juge-t-il avec indulgence; du moins s'il n'ignore point leurs faiblesses, tient-il à faire ressortir leurs solides qualités, trop souvent méconnues des étrangers à force d'être niées

par nos écrivains et nos journalistes. A cet égard, le livre de M. Paul Gaultier ne peut manquer de servir utilement la propagande française dans le monde. Il la servira aussi par le tableau sobre et concis, mais exact, qu'il donne de l'activité française dans tous les domaines : philosophie, lettres, sciences, arts. Il termine par quelques réflexions sur la civilisation française, « la plus belle création du génie de la France, celle où il apparait dans sa plénitude ». A. Boutaric.

### 4° Divers.

**Lecomte du Noüy**, *de l'Institut Pasteur*. — **Le Temps et la Vie.** 1 *vol. in-16 de l'*Avenir de la Science, *de* 268 *pages. Gallimard, Paris*, 1936.

C'est un livre d'une rare pénétration et d'une singulière profondeur philosophique que celui où M. Lecomte du Noüy, à qui les sciences biologiques, principalement dans leurs rapports avec la physico-chimie, sont redevables de tant d'idées neuves et fécondes, nous expose les recherches récentes concernant un certain nombre de problèmes biologiques fondamentaux dont les conséquences sont susceptibles de modifier l'idée que les philosophes et les savants, aussi bien que l'homme moyen, se font du temps. Les résultats concordants obtenus soit par l'auteur, soit par d'autres biologistes éminents, conduisent à cette conclusion qu'il existe en effet une différence fondamentale entre le temps physique, qui est un temps conceptuel à écoulement uniforme basé sur l'observation de l'Univers, et le temps physiologique, lié aux processus d'ordre biologique qui s'accomplissent dans nos tissus et dans nos humeurs. Ce temps qui pour chacun de nous possède un début et une fin, ne s'écoule pas avec une vitesse uniforme, mais va se précipitant à mesure qu'approche le terme final, suivant un rythme qui semble être en moyenne le même pour tous les êtres humains.

Ces conclusions ne sont pas l'aboutissement de déductions plus ou moins brillantes tirées d'hypothèses posées *a priori* en conformité avec quelques postulats philosophiques. Elles apparaissent comme la conséquence logique de recherches expérimentales faites sans aucune préoccupation d'ordre philosophique, concernant la vitesse de la cicatrisation des plaies (Lecomte du Noüy) et la culture des tissus (Alexis Carrel), dont les résultats se recoupent quantitativement de manière inespérée.

M. Lecomte du Noüy discute tout d'abord les méthodes générales susceptibles d'être appliquées à l'étude des problèmes biologiques. Il insiste sur les difficultés qui entravent les progrès des recherches dans ce domaine : les unes de nature purement matérielle et d'ordre technique dues à ce que les méthodes crées pour résoudre les problèmes que pose l'étude de la matière brute demeurent le plus souvent inefficaces lorsqu'on tente de les appliquer aux êtres vivants; les autres de nature plus profonde concernant ou bien le problème en soi, ou bien le mécanisme même de notre pensée et les critères de nos raisonnements. Cependant, les biologistes modernes se sont peu à peu convaincus qu'à la base des actions physiologiques, normales ou pathologiques, il existe des phénomènes d'ordre physico-chimique qui constituent, sinon la vie elle-même, du moins les conditions matérielles nécessaires à la manifestation de la vie.

C'est ce que montre M. Lecomte du Noüy en étudiant en détail un phénomène biologique fondamental, la réparation cellulaire, d'abord sous sa forme la plus connue et la plus importante pratiquement : la cicatrisation des plaies, ensuite sous la forme expérimentale que lui a donnée Carrel : la culture des tissus *in vitro*. Il établit la loi mathématique exprimant le vieillissement, qui est la même pour les deux processus envisagés. Il est ainsi conduit à reprendre de très près cette notion de temps qui, depuis l'Antiquité, a déjà fait l'objet de tant de discussions métaphysiques mais dont l'intérêt n'est point épuisé. Après avoir rappelé comment on conçoit le temps physique et comment on le mesure, il développe la notion toute nouvelle de durée et de temps physiologique qu'il relie par une loi mathématique simple au temps usuel. Il montre que, contrairement à ce que l'on fait habituellement, on pourrait emprunter l'unité de temps à notre temps intérieur et s'en servir pour mesurer le temps physique extérieur. « Nous pouvons, écrit-il, par un effort intellectuel, séparer ces deux notions, mais seul le temps physiologique possède une réalité par rapport à nous ». Ce temps s'écoule d'une manière non uniforme pendant la durée de notre vie par rapport au temps physique. « Les jeunes et les vieux, réunis dans le même espace, vivent donc dans des univers séparés où la valeur du temps est profondément différente ».

M. Lecomte du Noüy est même amené à penser que l'essence du temps pourrait bien être granulaire, sa continuité n'étant que l'apparence statistique que lui donnent les individus pour classer dans leur conscience et leur mémoire tous les autres phénomènes statistiques extérieurs. Il rejoint ainsi Henri Poincaré qui, par des voies toutes différentes, avait été amené peu avant sa mort à envisager lui aussi la discontinuité du temps. « L'univers, écrivait-il, sauterait donc brusquement d'un état à l'autre; mais dans l'intervalle il demeurerait immobile, les divers instants pendant lesquels il resterait dans le même état ne pourraient plus être discernés l'un de l'autre; nous arriverions ainsi à la variation discontinue du temps, à l'atome du temps ». (*Dernières pensées*, p. 188).

M. Lecomte du Noüy estime avec raison qu'à la suite des découvertes de la physique et de la chimie qui ont bouleversé tant de conceptions universellement admises, une ère nouvelle commence en philosophie. De cette ère, il aura été l'un des annonciateurs et son livre comptera parmi ceux qui auront eu le rare privilège de contribuer à son avènement. A. Boutaric.

# ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

## DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

### ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

*Séance du 20 Juillet 1936.*

M. le Président annonce à l'Académie le décès de M. **P. Stroobant**, correspondant pour la Section d'Astronomie.

1° Sciences mathématiques. — M. **Mendel Haimovici** : *Géométrie intégrale sur les surfaces courbes.* — MM. **N. Wiener** et **S. Mandelbrojt** : *Séries de Fourier lacunaires. Théorèmes inverses.* — M. **J. Mandel** : *Sur le flambage d'une tige en milieu résistant élastique.*

2° Sciences physiques. — MM. **A. Portevin** et **L. Guillet** fils : *Module élastique de certains composés définis intermétalliques.* Ces composés se divisent en 2 catégories : 1° Ceux dont le module suit approximativement la règle des mélanges; en général, ils sont de caractère métallique (tel Cu Zn), au moins partiel (comme $Ag^3$ Sb et Mg $Zn^2$); 2° ceux dont le module dépasse notablement la valeur assignée par la règle des mélanges; ce sont ceux indiqués comme homopolaires (comme $Cu^5$ $Zn^8$ et $Cu^9$ $Al^4$). — M. **Choong Shin-Piaw** : *Nouveaux systèmes de bandes de l'anhydride sélénieux* $SeO^2$, *du sélénium* $Se^2$ *et du tellure* $Te^2$ *dans l'ultraviolet lointain.* — MM. **Ny Tsi-Ze** et **Ch'en Shang-Yi** : *Déplacements des membres supérieurs de la série principale du rubidium par des gaz rares.* Le déplacement des membres élevés de la série tend vers une limite qui ne dépend que du gaz perturbateur et non de la vapeur absorbante du métal. — M. **A. Lallemand** : *Application de l'optique électronique à la photographie.* L'auteur utilise les photoélectrons libérés par un effet photoélectrique et accélérés dans un champ électrique pour impressionner la plaque photographique ; en même temps, il fait converger les électrons avec des lentilles électriques ou magnétiques. — M. **J. Reboul** : *Sur une corrélation possible entre l'intensité du rayonnement cosmique et la vitesse de certaines réactions chimiques.* Il semble qu'un amoindrissement de l'action du rayonnement cosmique soit accompagné d'une diminution de l'impression photographique; si celle-ci est due à la formation d'$H^2O^2$, il y aurait donc une corrélation entre l'intensité du rayonnement et la vitesse de certaines réactions chimiques. — M. **P. Auger** et Mme **Grivet-Meyer** : *Analyse des gerbes de rayons cosmiques par l'utilisation de leur divergence.* — MM. **R. Dubrisay** et **J. Lefol** : *Etude des hydrates salins.* Etude de la déshydratation de Cu $SO^4$ soit en présence de $P^2O^5$ sous une pression de 8 mm. de Hg, soit en présence d'une solution sulfurique correspondant à une tension de vapeur d'eau de 0,85 mm. — M. **R. Dalmon** : *Chaleurs de mélange des acides sulfurique et nitrique anhydres.* Les quantités de chaleur dégagées sont en liaison étroite avec les quantités d'anhydride nitrique formées dans le mélange. — Mlle **V. Deutsch** : *Adsorption de protéides. Recherches sur la sérum-Albumine de cheval.* Il faut distinguer : 1° les sels qui sont sans influence sur l'adsorption de la sérum-albumine par le kaolin, ou l'augmentent en basse concentration tout en la diminuant en forte concentration (cations Na et K et anion $SO^4$); 2° les sels qui augmentent l'adsorption (cation Ba). Quant à l'influence de la concentration des ions H, le maximum d'adsorption coïncide presque avec le point isoélectrique de la sérum-albumine. — M. **E. Rinck** ; *Diagramme de solidification et conductivité électrique des alliages potassium-cæsium.* La conductivité est minimum pour la composition K-Cs, ce qui montre que cet eutectique est un simple mélange. — MM. **H. Moureu**, **M. Magat** et **G. Wetroff** : *Les deux formes du pentachlorure de phosphore.* Dans le cas de $PCl^5$, le passage de l'état solide à l'état liquide, ou le passage inverse, ne sont pas seulement des phénomènes purement physiques de changement d'état; ils doivent être accompagnés l'un et l'autre de modifications de structure moléculaire dont les vitesses de transformation réciproques possèdent chacune une valeur limitée et différente de l'autre. — M. **J. Jarrousse** : *Oxydation de l'acide diphénylpyruvique.* Le corps fondant à 114°, obtenu dans cette oxydation, n'est pas un aldéhyde, mais une cétone-alcool réductrice, le phénylacétylphénylcarbinol, $C^6H^5.CH^2.CO.CHOH.C^6H^5$. Son isomère le benzoylbenzylcarbinol $C^6H^5.CH^2.CHOH.CO.C^6H^5$, F. 65°, obtenu par une autre voie, se tautomérise sous l'influence des alcalis dilués en donnant le corps fondant à 114°. — MM. **R. Quelet** et **M. Anglade** : *Synthèse du méthoxy-1-diméthylol-2.4-benzène et de quelques-uns de ses dérivés.* — MM. **André Meyer** et **P. Heimann** : *Produits d'halogénation et d'oxydation de la 2.4-dihydroxyquinoléine.* — M. **P. Chatelain** : *Etude géométrique et optique des cristaux de p-azoxyphénol.* Les cristaux sont obtenus par évaporation lente d'une solution dans l'éther. Cristaux monocliniques holoédriques. $a : b : c = 2,93 : 1 : 3,23$; $\beta = 94°20'$. Les paramètres absolus sont : $a = 15,9$ Å; $b = 5,42$ Å; $c = 17,5$ Å. La maille contient 4 molécules.

3° Sciences naturelles. — M. **Lucien Cayeux** : *Les coprolithes des phosphates nord-africains.* Les coprolithes étudiés ont en commun deux propriétés principales : 1° Tous sont constitués par du phosphate de chaux n'exerçant pas la moindre action sur la lumière polarisée. 2° Chose imprévue, ces coprolithes sont privés d'inclusions minérales ou organiques : il est impossible d'y identifier le plus petit fragment de tissu osseux. On peut penser, ou bien que tous les matériaux d'origine pélagique ingérés par les poissons et reptiles marins, restes de tissus osseux compris, ont été assimilés au point que tout vestige en a disparu, ou bien, que le régime des poissons et reptiles en cause n'avait rien de carnassier. — M. **Louis Blaringhen** : *Sur la température des spadices d'Arum italicum L.* Les excès de température dans les spathes d'*Arum* peuvent être pro-

voqués par la fermentation (spathe âgée), par la maturation d'ensemble de l'inflorescence (spathes jeunes), par des poussées de sève ascendante dominées par le sol, l'atmosphère ambiante, l'individualité. Les facteurs purement physiques ont pour effet de régulariser les écarts et d'atténuer dans une forte mesure les discontinuités d'ordre biologique dus à la succession, dans un ordre défini, des mutations sexuelles. — M. **Henri Jean Maresquelle** : *Etude expérimentale des phases de l'action cécidogène dans une galle.* La première action exercée par la fondatrice d'*Adelges Abietis* sur le bourgeon de *Picea excelsa* consiste à réduire les potentialités d'allongement. La seconde action limite plus strictement encore le pouvoir d'allongement de la tige et supprime certaines virtualités de différenciation de la partie basilaire des feuilles. La troisième action confère aux tissus déjà altérés (tige et base des feuilles) la tendance à l'hypertrophie, se réalisant ensuite en l'absence du parasite. Ensuite intervient l'action des jeunes pucerons issus de la fondatrice, provoquant sur les aiguilles hypertrophiées la formation de l'écusson. — M. **Louis Bouvier** : *Observations relatives à l'Ecrevisse sur la constitution des flancs chez les Crustacés.* D'après Hansen, l'article précoxal des Décapodes doit être regardé comme la partie branchifère des parois latérales du thorax. Les observations de l'auteur sur l'Ecrevisse confirment cette manière de voir. Toutes les pattes de l'Ecrevisse ont en effet la même structure primitive avec des articles précoxaux à peu près de même taille que le coxa, libres aux pattes postérieures, incorporés aux flancs mais distincts tout de même dans les pattes précédentes. — M. **Alexandre Guilliermond** et Mlle **N. Choucroun** : *Essai d'électrophorèse à l'intérieur des cellules végétales.* Tant que la cellule est vivante aucun mouvement ne se produit dans son intérieur sous l'action du champ électrique, alors cependant que certains éléments sont entraînés par des courants cytoplasmiques et d'autres animés de vifs mouvements browniens dans la vacuole. La cellule vivante protège donc ses éléments intérieurs contre l'établissement d'un champ électrique imposé par l'extérieur. On peut penser que sa matière se polarise, les charges électriques alors développées à sa surface équilibrant l'action du champ extérieur. Lorsque la cellule est tuée l'électrophorèse se produit et les éléments chargés qui se trouvent à l'intérieur de la cellule se déplacent dans un sens qui nous renseigne sur le signe de la charge qu'ils ont alors. — Mme **Simone Belluc**, MM. **Jules Chaussin, Jean Cottet, Henri Laugier** et Mme **Thérèse Ranson** : *Debit urinaire, diurèse moléculaire globale et diurèse des molécules élaborées.* Etude, dans des conditions rigoureusement définies, des relations qui existent dans l'urine normale entre les volumes des débits urinaires et les quantités globales des substances éliminées. On constate que la diurèse moléculaire et celle des molécules élaborées varie dans le même sens que les volumes urinaires et en sens inverse de la concentration cryoscopique. — M. **Nicolas Bezssonoff** et Mme **Mélanie Woloszyn** : *L'oxydation réversible de la vitamine C présente dans un milieu biologique ou dans une solution pure.* — MM. **Achille Urbain** et **R. Cahen** : *Teneur en composés protidiques du sérum de quelques Ongulés.* La teneur du sérum en protides totaux semble peu différente chez les divers Ongulés étudiés (espèces sauvages et domestiques, Ruminants et non Ruminants). La protéinémie de ces animaux est sensiblement voisine de la protéinémie humaine ; elle est cependant légèrement inférieure chez les Caprinés et plus élevée chez les Suidés et les Equidés. La globulinémie est inférieure chez les Caprinés sauvages et les Cervidés et est assez rapprochée du sérum humain chez les autres Ongulés. L'équilibre protidique du sérum semble voisin de celui du sérum humain, sauf chez les Cervidés et les Caprinés sauvages. — MM. **A.** et **R. Sartory, J. Meyer** et Mlle **M. J. Merglen** : *Facteurs activants thermostabiles d'origine cryptogamique favorisant la croissance des Bactéries.* Ces substances, provenant de quatre champignons (*Aspergillus fumigatus, Schizosaccharomyces hominis, Mucor nigricans* et *Mucor plumbeus*) se trouvent uniquement dans les cultures jeunes. Elles sont hydrosolubles et thermostabiles. Agissant à doses infiniment petites elles n'ont pas de rôle nutritif mais agissent probablement par un effet catalytique. Ces facteurs ne favorisent la croissance des bactéries qu'au début de la culture et ne déterminent qu'un amorçage rapide des cultures, accélérant la vitesse de prolifération des bacilles sans augmenter le poids final de la récolte. Ces substances stimulantes sont strictement spécifiques pour certaines bactéries. — MM. **Jean Laigret** et **Roger Durand** : *Virus isolé des souris et retrouvé chez l'homme au cours de la vaccination contre la fièvre jaune.* Il existe dans les élevages de souris servant à la fabrication du vaccin antiamaril un virus non pathogène pour les souris mais pathogène pour le cobaye. Il s'agit d'un virus qui vit chez les souris d'une manière quasi indéfinie (on le retrouve même chez l'embryon), sans troubler leur santé ; c'est un *inframicrobe habitué* des souris. Ce virus a pu être isolé du liquide céphalo-rachidien d'un homme vacciné contre la fièvre jaune et atteint d'une réaction méningée bénigne. Il y a immunité complète, dans les deux sens, entre le virus rachidien du vacciné et le virus des souris. — M. **André Boivin** : *Sur le comportement comparé des endotoxines et des exotoxines vis-à-vis de l'acide trichloracétique.* Les résultats préliminaires exposés dans la présente Note laissent espérer que la précipitation par l'acide trichloracétique permettra, dans nombre de cas, de séparer les exotoxines vraies des endotoxines glucido-lipidiques qui peuvent être mises en liberté, dans le milieu de culture, par suite de l'autolyse des bactéries. — MM. **Baruch Samuel Levin** et **Iwo Lominski** : *Atténuation du virus de la peste aviaire par les rayons X.* On peut atténuer ou faire disparaître complètement par les rayons X le pouvoir pathogène du virus de la peste aviaire. Or, contrairement à ce qui se passe pour les bactéries qui sont tuées entre 100.000 *r* et 200.000 *r* et les champignons inférieurs (environ 300.000 *r*) le virus de la peste aviaire est parfaitement virulent après avoir reçu 1.000.000 *r*. La résistance d'autres virus (vaccine, fièvre jaune) étant aussi supérieure à celle des bactéries ou des champignons inférieurs, il semble possible d'obtenir une purification des ultravirus par les rayons X.

*Séance du 27 Juillet 1936.*

M. **A. de La Baume Pluvinel** lit une notice nécrologique sur M. P. Stroobant.

1° Sciences mathématiques. — M. **J. Geronimus** : *Sur quelques polynomes orthogonaux.* — M. **G. Giraud** : *Complément à un résultat sur les équations à intégrales principales.* — M. **K. Popoff** : *Sur le mouvement pendulaire des projectiles.* — M. **Em. Merlin** : *Sur un cas particulier de trajectoires de certains fluides parfaits hétérogènes.* Ces trajectoires hélicoïdales rappellent celles de certaines nébuleuses obscures. — M. **A. Datzeff** : *Sur une transformation qui conserve la forme des équations canoniques.*

2° Sciences physiques. — MM. **R. Chevallier** et **M. Laporte** : *Aimantation permanente de l'acier au voisinage d'un circuit parcouru par une décharge apériodique rapide.* L'aimantation produite est inversée, c'est-à-dire que le vecteur intensité d'aimantation est de sens inverse à celui du vecteur champ. L'aimantation décroît, en valeur absolue, quand on s'éloigne du conducteur, s'annule (point neutre), prend ensuite le sens du champ, passe par un maximum (à une distance de quelques cm.), et décroît. Ce phénomène n'est pas dû au caractère oscillant de la décharge, mais il est lié à la façon dont se comporte l'acier sous l'action de la percussion magnétique. — M. **L. Néel** : *Théorie du paramagnétisme constant. Application au manganèse.* — MM. **G. Foëx** et **Ch. Fehrenbach** : *Variations du moment magnétique de l'ion cobalteux dans le chlorure anhydre et dans les systèmes de cristaux mixtes $CoCl^2$ — $Cd\,Cl^2$ et $CoCl^2$ — $MnCl^2$.* L'existence d'une variation très brusque du moment se traduisant par une droite coudée est démontrée. Les caractéristiques du coude (température de transition et variation du moment) ne dépendent ni de la dilution ni de la nature des voisins. Dans les deux séries étudiées, la variation du moment est exactement égale à un magnéton de Weiss. — Mme **M. Freymann**, MM. **R. Freymann** et **P. Rumpf** : *Spectres d'absorption dans le proche infrarouge de dérivés de l'aniline.* — M. **R. Servant** : *Spectropolarimètre pour la région de Schumann.* — M. **L. Capdecombe** : *Influences de la lumière elliptique et de l'orientation du polariseur dans les comparaisons de pouvoirs réflecteurs au microscope.* La lumière elliptique est réduite au minimum quand le polariseur est orienté de façon que la vibration incidente soit parallèle au plan d'incidence moyen ou normale à ce plan. — M. **P. Brun** : *Sur la formation des alcoolats métalliques.* Application de la méthode électrique à l'étude de la formation des alcoolats qu'on peut obtenir par simple dissolution d'un métal, ou de son amalgame, dans l'alcool. — MM. **H. Muraour** et **A. Michel-Lévy** : *Sur l'obtention, par rencontre d'ondes de choc, du spectre du calcium ionisé.* Le spectre d'ondes de choc est totalement distinct du spectre de flamme, qui l'encadre ; en particulier, les deux raies H et K du Ca ionisé y sont plus intenses que la raie de flamme 4.226 ; on y distingue en outre les doublets, très intenses, 3737-3706 et 3179-3159 du Ca ionisé. — MM. **A. Kling** et **M. Claraz** : *Dosage rapide de l'oxygène dans les atmosphères gazeuses.* Les auteurs utilisent pour ce dosage les solutions titrées de sels ferreux, rendues franchement acides par addition d'acide tartrique. — M. **J. Byé** : *Etude de la chlorhydrine molybdique et du molybdate normal du glycol.* L'extraction à l'éther des solutions chlorhydriques d'acide molybdique fournit un produit d'addition cristallisé de la chlorhydrine molybdique et de l'éther : $MoO^3$, 2 HCl, 2 $(C^2H^5)^2O$, avec un peu d'éther interposé. Si l'on fait barboter de l'oxyde d'éthylène dans une solution éthérée du produit précédent, il précipite une poudre blanche qui est du molybdate normal de glycol. — M. **Ch. Bedel** : *Sur la température minima d'oxydation du silicium.* Cette température est relativement élevée et en tout cas bien supérieure à la température ordinaire ; il semble cependant que la présence d'humidité ou de certains gaz favorise l'action de l'oxygène. — Mlle **D. Montagnon** : *Contribution à l'étude des iodures doubles de cuivre et d'ammonium.* En partant de solutions de $CuCl^2$, de $NH^4Cl$ et de KI, l'auteur a obtenu suivant les conditions soit un cuprosoiodhydrate d'ammonium ammoniacal $Cu^2I^2$. 3 $NH^4I$. 10$NH^3$. 6 $H^2O$, soit un iodure cuivrique ammoniacal $CuI^2$. 3$NH^3$. $H^2O$. Ce dernier fixe de l'ammoniaque et de l'eau en donnant $CuI^2$. 5 $NH^3$. 3 $H^2O$. — MM. **Ch. Dufraisse** et **L. Velluz** et Mme **L. Velluz** : *Oxydes organiques dissociables. Etude spéciale du phényl-9-anthracène et de plusieurs de ses dérivés.* Les auteurs ont étudié des anthracènes phénylés sur un seul des mésosommets, l'autre portant soit H, soit Br, soit I, soit COOH, soit $COOCH^3$. Les cinq corps étudiés sont photo-oxydables. — M. **R. Perrot** : *Sur quelques nitrosochlorures de la série benzénique.* Ces corps sont préparés par dissolution d'un composé styrolénique dans $CCl^4$ ou $CHCl^3$, refroidissement à — 60° et action d'un petit excès de chlorure de nitrosyle. La cryoscopie des solutions de ces nitrosochlorures dans le benzène ou le dioxane leur attribue une masse moléculaire 1,3 à 1,8 fois plus grande que celle qui correspond à une molécule simple. — Mlles **M. Montagne** et **Y. Isambert** : *Action du bromure d'éthylmagnésium sur l'éthylanilide butyrique.* Résultats tout différents de ceux qu'on obtient avec les éthylanilides formique ou benzoïque ; ici, pas trace d'amine tertiaire et formation insignifiante de cétone, mais production de diéthylpropylcarbinol et d'une éthylanilide à fonction alcool tertiaire en β, l'éthylanilide-α-éthyl-β-éthyl-β-hydroxycaproïque, mélangée à de l'éthylanilide éthylénique provenant de sa déshydratation. — MM. **M. Battegay** et **P. Boehler** : *L'α et le β mononitroanthracène.* Le fluoborate de β-anthracényldiazonium, nitré en solution sulfurique, conduit à l'α-mononitroanthracène, F. 146°. Le dérivé β, F. 172°, s'obtient à partir du même corps, traité par le nitrite de sodium et le sulfite cuivreux-cuivrique. — MM. **A. Meyer** et **P. Heimann** : *Sur le dérivé nitrosé du 4-hydroxycarbostyrile.* — M. **G. Lévy** : *Sur la nitration de la β-éthylnaphtaline. Synthèse du 2-éthyl-naphtol-8.* L'huile obtenue dans la nitration de la β-éthylnaphtaline est un mélange de 1-nitro-2-éthylnaphtaline déjà décrit et de 8-nitro-2-éthylnaphtaline.

3° Sciences naturelles. — M. **Gonzague Dubar** et Mlle **Dorothée Le Maître** : *Sur des gisements nouveaux de Spongiomorphides et d'Algues dans le Bajocien du Maroc.* C'est au Lias moyen, et surtout au Domé-

rien, que Spongiomorphides et Algues se sont le plus communément développés au Maroc, dans l'aire étudiée qui s'étend du Prérif au Moyen-Atlas, puis aux bords nord et sud du Haut-Atlas. La présence du genre *Solenopora* dans l'Aalénien et le Bajocien au Maroc vient combler la lacune entre le Lias moyen, où il avait été découvert, et le Bathonien, niveau à partir duquel il est connu dans les terrains d'âge secondaire en Europe — M. **Charles Bois** : *Sur les séismes à foyer profond.* — MM. **Achille Urbain** et **R. Cahen** : *Teneur en dérivés de dégradation de l'azote du sérum de quelques Ongulés.* La teneur en urée du sérum des Ongulés non ruminants est sensiblement constante pour une même espèce animale et inférieure à 0,50 gr. par litre. La teneur en urée du sérum des Ongulés ruminants présente de grandes variations d'un animal à l'autre (0,40 chez les Bovidés, 0,70 chez les Caprinés, les Cervidés et les Camélidés). La teneur du sérum en acide urique est très faible par rapport à celle du sérum humain. La teneur en azote total non protidique, voisine de celle de l'homme chez les Ongulés à azotémie faible, s'élève chez les animaux hyperazotémiques. — M. **René Legroux** : *Traitement de la morve des Equidés.* L'auteur a pu traiter, par des injections d'anamorve 12 chevaux cliniquement morveux et plus de 100 animaux à réaction nettement positive à la malléine. Tous les cliniquement morveux ont été, au plus tard après 6 semaines de traitement, rendus au service normal. L'œdème engendré par l'anamorve semble être à l'origine d'une immunité dont l'avenir dira la valeur et la durée. — MM. **Georges Bourguignon** et **Marcel Monnier** : *Les variations de la chronaxie sous l'influence des éclairages colorés dans les torticolis spasmodiques.* La lumière verte a une action calmante et la lumière rouge a une action irritante sur le torticolis spasmodique dit *mental*. L'intensité du spasme varie parallèlement à la variation du rapport de la plus grande à la plus petite chronaxie, et les lumières colorées paraissent agir plutôt sur ce rapport que sur la valeur absolue de la chronaxie de chaque côté pris isolément. Cette action ne peut être rapportée qu'à la longueur d'onde et non à la luminosité. Elle est passagère et l'accoutumance la fait disparaître. Cette action sur la chronaxie périphérique par l'intermédiaire des centres optiques ne peut s'expliquer que par une répercussion réflexe des centres optiques sur les centres moteurs, qui agissent à leur tour sur la chronaxie périphérique. Elle démontre l'origine centrale du torticolis spasmodique et est un exemple de plus de l'action des centres sur la chronaxie. — MM. **Baruch Samuel Levin** et **Iwo Lominski** : *Vaccination contre la peste aviaire avec du virus irradié par les rayons X.* Les animaux injectés avec du virus irradié entre 1.500.000 *r* et 2.000.000 *r* ont acquis une immunité prononcée vis-à-vis de la peste aviaire. Les animaux ayant reçu une seule injection de virus irradié supportent facilement 200 doses mortelles de virus virulent. Les animaux immunisés par trois injections de virus atténué à 10 jours d'intervalle tolèrent à l'épreuve jusqu'à 1000 doses mortelles. L'immunité peut être poussée plus loin si l'on se sert pour la deuxième et troisième injection de virus de moins en moins atténué. Lorsque la dose d'épreuve est trop forte, l'animal succombe. Les animaux ayant reçu du virus irradié avec 3.000.000 *r* ne sont pas immunisés.

*Séance du 3 août 1936.*

M. le Président annonce le décès de Sir **A. Theiler**, Correspondant pour la Section d'Economie rurale.

1° Sciences mathématiques. — M. **E. J. Gumbel** : *Les distances extrêmes entre les émissions radio-actives.* L'auteur montre que ces distances suivent bien la théorie de la plus grande valeur. — M. **S. Lechnitski** : *Sur quelques problèmes de l'élasticité des corps anisotropes.* — M. **K. Popoff** : *Sur la solution des équations différentielles du mouvement pendulaire du projectile.* — M. **D. Chalonge** : *Variation remarquable dans le spectre de γ Cassiopée.* L'accroissement appréciable d'éclat de cette étoile observé dans la nuit du 25 au 26 juillet dernier s'est accompagné d'une modification du spectre, consistant dans un gros accroissement dans l'émission des raies de Balmer.

2° Sciences physiques. — M. **R. Rivault** : *Recherches expérimentales sur la propagation d'ondes électriques courtes de télévision.* ($\lambda = 41,5$ m., $\lambda = 74$ m.) L'image due aux ondes directes au poste récepteur s'accompagne d'images plus ou moins nombreuses dues à des ondes de retour. L'auteur a déterminé l'altitude $h$ à laquelle se produit ce retour pour les ondes de 41,5 et de 74 m. pendant le jour et la nuit. — M. **M. Dodé** : *Thermochimie des azotites alcalins et alcalino terreux.* L'auteur détermine la chaleur de formation de ces azotites en partant de celle de l'azotite de Ba déterminée par Berthelot et en mesurant la chaleur dégagée par l'action d'une solution de sulfate alcalin sur une solution d'azotite de Ba. — M. **B. Fedoroff** : *Sur la conductibilité des sulfates doubles de la série magnésienne en solution aqueuse.* De la mesure des conductibilités, on conclut que, sauf pour les concentrations très étendues, le sel double est moins complètement dissocié que les sels simples. — M. **Cl. Courty** : *Exaltation du magnétisme de l'oxyde ferrique par calcination en présence de papier à filtre sans cendres.* L'auteur montre que cette exaltation est due à la présence de fer libre, et il en tire une méthode de recherche et de dosage de celui-ci. — M. **G. Bertrand** : *Observation sur la découverte du fer dans les cendres végétales, au sujet de la note précédente.* L'auteur rappelle que déjà en 1705 Et. Geoffroy a reconnu l'existence du fer dans les cendres végétales. — M. **G. Jouravsky** : *Propriétés optiques, densités et degré de corrosion des titanomagnétites alumino-magnésiennes.* Ces minéraux paraissent constituer une série isomorphe dont les termes extrêmes seraient la titanomagnétite alumino-magnésienne de l'Ankaratra et la magnétite normale.

3° Sciences naturelles. — MM. **Henri Ringard** : *Les caractères microscopiques des Houilles de Courrières.* L'étude détaillée des veines de houille de Courrières (Pas-de-Calais) a montré que tous les charbons étudiés se sont formés par l'accumulation de menus débris végétaux bien stratifiés ayant subi un classement mécanique qui suppose le jeu de phénomènes de transport par les vents et par flottage en eaux calmes. Elle permet en outre

d'expliquer, par des variations de nature des accumulations végétales initiales, les compositions chimiques variées des types de houilles exploités actuellement par ces Mines. — M. **Fernand Jacquet** : *Sur l'Eocène moyen à Nummulites du Sénégal*. La présence et l'abondance de *Nummulites irregularis* et de *N. Gizehensis* confirment au Sénégal l'existence d'un Eocène moyen comparable à celui d'Algérie, de Tunisie et d'Egypte. Le reste de la faune, dans son ensemble se rapporte bien à cette époque. L'ordre chronologique des principaux fossiles du Sénégal est, du plus ancien au plus récent : *Echinolampas anceps*, *N. irregularis*, *Pauropygus Meunieri*, *N. Gihensis*, var. *Vasseuri*. — M. **Yves Milon** : *Les yardangs fossiles de Saint-Pierre-la-Cour* (*Mayenne*). A Saint-Pierre-la-Cour on peut observer de belles formes d'érosion qui ont la même origine que les yardangs de Jersey et sans doute un âge très voisin. A Jersey comme à Saint-Pierre les yardangs ont été fossilisés par le conglomérat de base d'une série continentale. Cette série, en Mayenne, appartient certainement au Stephanien. — MM. **Conrad Kilian** et **Théodore Monod** : *De la découverte, dans le Sahara occidental, de microorganismes fossiles qui constitueraient un repère d'âge et de nature marine pour la série du Koundeloungou* (*Congo.*) — M. **Paul Budker** : *Sur la destruction et la chute des dents mandibulaires des Squales*. Une dent saine de Squale présente une partie externe recouverte d'émail, et une partie interne, sans émail insérée dans le tégument. Au centre se trouve une cavité pulpaire qui, au premier stade de la destruction, augmente de volume, pendant que la racine est attaquée par sa face inférieure. La destruction s'effectue de la partie profonde vers l'extérieur. Il arrive ainsi un moment où la racine est complètement détruite et où la dent n'adhère plus au tégument que par son collet ; à ce stade toute la dentine a complètement disparu et l'émail de la partie externe subsiste seul. Le moindre choc suffira alors à détacher la dent de la mâchoire. Il est probable que cette ostéoclasie, comme celle des denticules dermiques des mêmes animaux, est due à des cellules ostéphages mononucléés. — M. **Jean-Jacques Bounhiol** : *Métamorphose après ablation dss* corpora allata *chez le Ver à soie* (Bombyx mori L.). Le Ver à soie, privé de ses *corpora allata* au cours de son dernier âge, peut parfaitement se nymphoser et devenir imago et ce dans des délais sensiblement normaux. — MM. **Stig Veibel** et **Franciska Eriksen** : *L'influence de l'aglucone sur la vitesse d'hydrolyse des glucosides-β par l'émulsine*. Etude de la vitesse d'hydrolyse fermentative de divers β-alcolyglucosides. On constate que plus est grand le poids moléculaire, plus est rapide l'hydrolyse et que l'arrangement dans la molécule n'est point sans influence (le propylglucoside est hydrolysé plus rapidement que l'isopropylglucoside). La configuration stérique possède également une influence considérable sur la vitesse d'hydrolyse des glucosides.

*Séance du 10 août 1936.*

M. le Secrétaire perpétuel signale le décès de M. C. **Sauvageau**, Correspondant pour la Section de Botanique.

1° Sciences mathématiques. — M. **D. Belorizky** : Quelques particularités de la Nova Lacertae 1936.

2° Sciences physiques. — Mlle **Y. Cauchois** : *Observation et mesure de satellites Lα pour les éléments 68, 70, 71*. — M. **H. Hulubei** : *Observation et mesure du spectre L du radium* (88) I. — MM. **J. Cathala** et **J. Cluzel** : *Etude spectrophotométrique de l'hydrolyse des sels ferriques*. Dans ces solutions, l'absorption provient toujours du même composé, qui, pour diverses raisons ne peut être l'hydroxyde ferrique. Dans l'hydrolyse des sels ferriques, il doit donc exister un état intermédiaire entre $Fe^{+++}$ et $Fe(OH)^3$ dissous. — M. **Et. Vassy** : *Méthode spectrographique pour l'étude de la décomposition thermique de l'ozone*. Cette décomposition suit rigoureusement, pour des durées allant jusqu'à 10 h., la loi : $1/x - 1/x_0 = kt$, où $x_0$ est la concentration initiale d'ozone et $x$ la concentration au temps $t$. Après 10h. la loi n'est plus vérifiée, par suite de la désorption de l'ozone qui a été adsorbé par les parois du tube au début. — M. **L. Faucounau** : *Sur une nouvelle méthode de préparation des catalyseurs*. L'auteur prépare des alliages métalliques contenant d'une part un métal attaquable en milieu acide ou alcalin et d'autre part un métal non attaquable doué de propriétés catalytiques, et il les traite par la soude après les avoir réduits en poudre. Avec les alliages Al-Cu et Al-Co, on obtient des produits catalysant à la fois les déshydrogénations et les hydrogénations.

3° Sciences naturelles. — M. **Henri Coupin** : *Sur la germination des grains de pollen*. Le début de la germination varie beaucoup d'un type à l'autre, et varie même entre espèces très voisines. Il peut commencer au bout de deux minutes (Capucine) ou ne se manifester qu'après 300 minutes (Linaire). Les grains de pollen sont très sensibles à la température (la température optimum est en général entre 20° et 25°) ; pour peu que celle-ci baisse de plusieurs degrés (au-dessous de 15° pour beaucoup) ils germent moins vite ou ne germent même plus du tout. — MM. **Louis Gallien** et **Marc de Larambergue** : *Cycle et dimorphisme sexuel de* Lacuna pallidula *Da Costa* (Littorinidae). *Lacuna pallidula* est une espèce unisexuée ; son dimorphisme très accusé ne provient pas d'une transformation des jeunes mâles en femelles mais d'une croissance différentielle des sexes. Ce dimorphisme ne paraît pas jouer un rôle important dans la reconnaissance des sexes, puisqu'on trouve de jeunes femelles n'ayant pas dépassé la taille d'un mâle adulte et déjà fécondées. L'espèce étant annuelle, ne présente qu'un seul cycle et l'on n'a jamais observé de régression simultanée de la gonade et du tractus génital, comme en présentent d'autres espèces de Littorines en période de repos.

(*A suivre.*)

*Le Gérant :* Gaston Doin.

Ste Gle d'Imp. et d'Edit., 1, rue de la Bertauche, Sens. — 1-37.

# TABLE ANALYTIQUE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME XLVII DE LA REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES

(DU 15 JANVIER AU 31 DÉCEMBRE 1936)

## I. — CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

*Astronomie.*



*Biologie générale.*



*Botanique et Agronomie.*



*Chimie.*



*Ethnographie.*



*Géographie et Colonisation.*



*Géologie.*



*Mathématiques.*



*Mécanique.*



*Météorologie.*



*Nécrologie.*



*Philosophie.*



*Physiologie.*



*Physique.*



*Psychologie.*



*Sciences diverses.*

## II. — ARTICLES ORIGINAUX

## 3° SCIENCES NATURELLES

### *Anthropologie et Ethnologie.*



### *Géographie.*



### *Météorologie et Physique du Globe.*



### *Géologie et Paléontologie.*



### *Botanique et Agronomie.*



### *Biologie générale.*



### *Zoologie.*



### *Anatomie et Physiologie.*



### *Psychologie.*

### 4° SCIENCES MEDICALES



### 5° SCIENCES DIVERSES



### *Histoire des Sciences.*



## IV. — ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

### *Académie des Sciences de Paris.*

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Séances des | 22 | juil. | 1935 | 25 |
| — | 29 | — | — | 26 |
| — | 5 | août | — | 27, 61 |
| — | 12 | — | — | 61 |
| — | 19 | — | — | 62 |
| — | 26 | — | — | 63 |
| — | 2 et 9 | sept. | — | 63 |
| — | 23 | — | — | 64 |
| — | 30 | — | — | 94 |
| — | 7 | oct. | — | 125 |
| — | 14 | — | — | 126 |
| — | 21 | — | — | 158 |
| — | 28 | — | — | 159 |
| — | 4 | nov. | — | 188 |
| — | 12 | — | — | 189 |
| — | 18 | — | — | 251 |
| — | 25 | — | — | 253 |
| — | 2 | déc. | — | 255, 282 |
| — | 9 | — | — | 282 |
| — | 16 et 23 | — | — | 284 |
| — | 30 | — | — | 287, 315 |
| — | 6 | janv. | 1936 | 316 |
| — | 13 | — | — | 317 |
| — | 20 | — | — | 319, 347 |
| — | 27 | — | — | 348 |
| — | 3 | fév. | — | 350 |
| Séances des | 10 | fév. | 1936 | 351, 382 |
| — | 17 | — | — | 382 |
| — | 24 | — | — | 384, 411 |
| — | 2 | mars | — | 413 |
| — | 9 | — | — | 414 |
| — | 16 | — | — | 437 |
| — | 23 | — | — | 439 |
| — | 30 | — | — | 442 |
| — | 6 | avril | — | 444, 473 |
| — | 15 | — | — | 474 |
| — | 20 et 27 | — | — | 475, 504 |
| — | 4 | mai | — | 504 |
| — | 11 | — | — | 506 |
| — | 18 | — | — | 508, 539 |
| — | 25 | — | — | 560 |
| — | 2 | juin | — | 571 |
| — | 8 | — | — | 572, 599 |
| — | 15 | — | — | 600 |
| — | 22 | — | — | 601 |
| — | 29 | — | — | 603, 634 |
| — | 6 | juil. | — | 635, 665 |
| — | 15 | — | — | 666 |
| — | 20 | — | — | 696 |
| — | 27 | — | — | 698 |
| — | 3 | août | — | 699 |
| — | 10 | — | — | 700 |

### *Société de Biologie.*

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Séances des | 25 | mai | 1935 | 28 |
| — | 1er et 15 | juin | — | 29 |
| — | 22 | — | — | 30 |
| — | 29 | — | — | 31 |
| — | 6 | juil. | — | 95 |
| — | 19 et 26 | oct. | — | 190 |

### *Société royale de Londres*

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Séances des | 30 | janvier | 1936 | 668 |
| — | 13 | février | — | 668 |

### *Académie des Sciences de Vienne.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| — | octobre | 1935 | 192 |
| — | novembre | — | 416, 444 |
| — | décembre | — | 416, 444 |

### *Académie des Sciences de l'U.R.S.S.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| | n° 5 | 1935 | 32 |
| | n° 6 | — | 32 |
| | n° 7 | — | 96 |
| | n° 8 | — | 128 |
| V. IV | n° 1-2 | — | 160, 224 |
| V. IV | n° 3-4-5 | — | 224 |
| V. IV | n° 6-7 | — | 320 |

# TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES

## CONTENUES DANS LE TOME XLVII DE LA REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES [1]



[1] Les noms imprimés en **caractères gras** sont ceux des auteurs des articles originaux.
Les chiffres **gras** reportent à ces articles.

**Q**



**R**



**S**

T



U



V



X



Z

# TABLE ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS[1]



1. Les chiffres en **caractères gras** reportent aux articles originaux.

## C



## D

H



I



J



K



L

**S**



**T**